



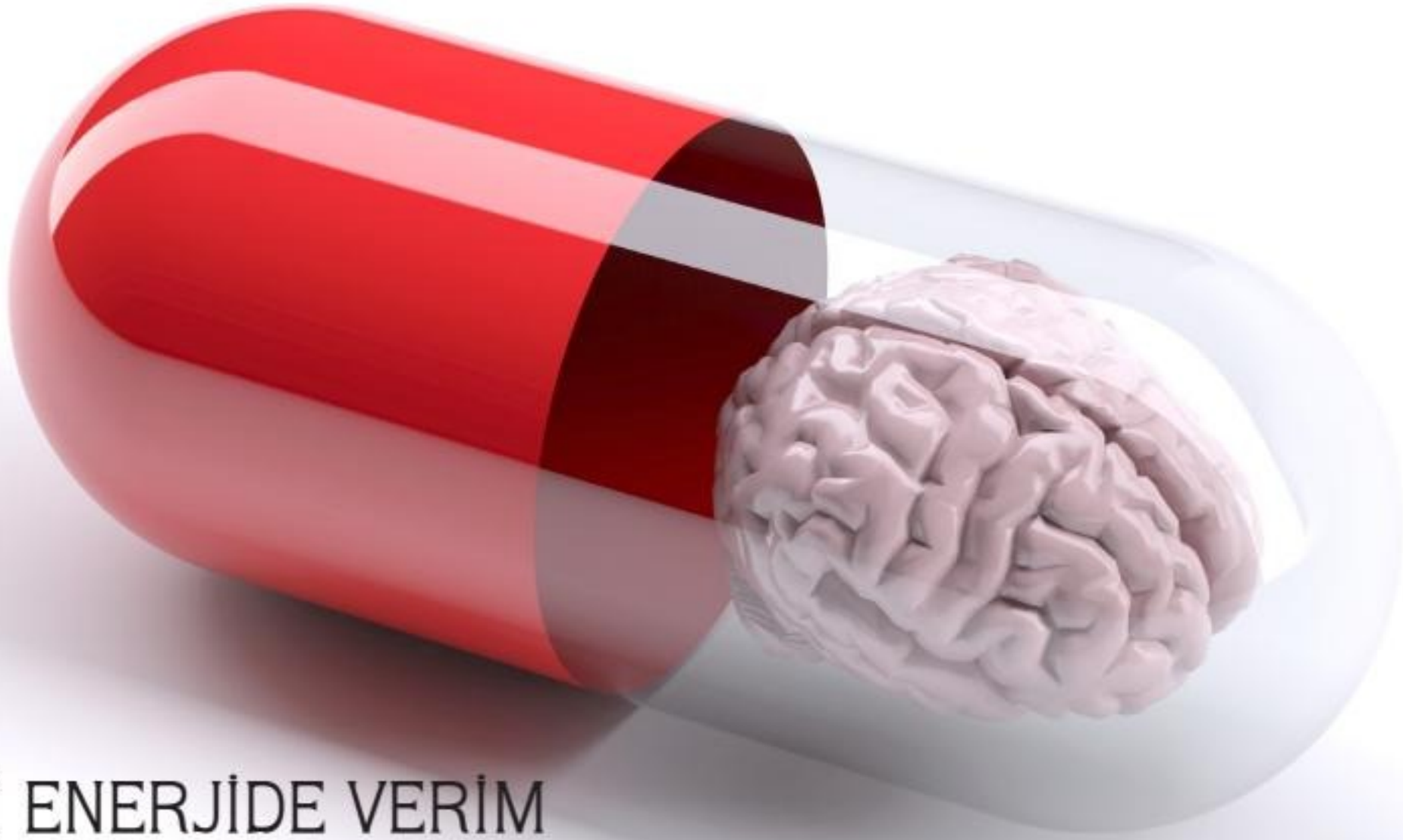
# İNOVATİF

Kimya Dergisi

YIL:6 SAYI:56 MART 2018

## AKILLI İLAÇLAR

AKILLI İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLERİ VE  
NANOTEKNOLOJİK İLAÇLAR



YERLİ ENERJİDE VERİM  
ARTTIRACAK BULUŞ

EKSİ 80 DERECEYE KADAR DONMAYI  
ENGELLEYEN MADDE BULUNDU



# EKİBİMİZ

YAVUZ SELİM KART  
PELİN TANTOĞLU  
HATİLE MOUMINTSA  
TUĞBA NUR AKBABA  
GÜLŞAH TİRENG  
ÖZGENUR GERİDÖNMEZ  
MERVE ÇÖPLÜ  
HACER DEMİR  
NURSELİ GÖRENER  
BUSE ÇAKMAK  
AYÇA BİLİCİ  
MELİS YAĞMUR AKGÜNLÜ  
ZELİŞ GİRGİN  
RABİYE BAŞTÜRK  
NESLİHAN YEŞİLYURT  
ELİF AYTAN  
ÖMER AKSU  
TUTKU KARTAL  
HAZAL ÖZTAN  
EBRU DOĞUKAN  
SİMGE KOSTİK  
PETEK AKSUNGUR  
SUDE ÖZÇELİK  
LEYLA YEŞİLÇINAR  
HATİCE KÜBRA ÇETİNKAYA  
DİLARA AKMAN  
CANAN MOLLA  
AYŞEGÜL KAVRUL  
RABİA ÖNEN  
KÜBRA ÇELEN  
ZÜLBİYE KILIÇ  
DENİZ İŞINSU AVŞAR  
BAŞAK SULTAN DOĞAN  
ALİ ERAYDIN  
NUR HİLAL OLGUN  
MELİS KIRARSLAN  
MEHDİ KOŞACA  
NUR SABUNCU  
SEDA SEVAL URUN  
BURAK TEKİN  
İPEK AKHTAR  
MELİKE OYA KADER  
BÜŞRA GERÇİN  
ZEYNEP KÖSE  
ÖZGE DENİZERİ  
NEZİH TEKİN  
AYŞE GÜLER  
ESRA KELEL  
BERNA KUZU  
ÜMMÜYE AKDİŞ  
PERİHAN KIZILKAYA  
EREN AKSOY  
MÜJGAN ŞAHİN  
EDA ŞENOL KARA  
REYHAN KARATAY  
SELİN CİMOK  
BETÜL ULAŞ  
DAMLA ÜLKER  
ERDİ GÜLŞEN  
HAYRİ KORU

## DERGİYİ OKUMADAN ÖNCE

Inovatif Kimya Dergisi yazılarını herhangi bir makalenizde veya yazınızda kullanmak için yazısını aldığınız kişiye mail atarak haber vermek, kullanmış olduğunuz yazıların kaynağını ise dergi olarak belirtmek durumundasınız.

Dergide yazılan yazıların sorumluluğu birinci derece yazara aittir. Bu konu hakkında bir sorun yaşıyorsanız ilk olarak yazara ulaşmalısınız.

Dergide yer alan bilgileri kullanarak başınıza gelebilecek felaketlerden ya da işlerden dergi sorumlu değildir.

Dergimizde yayınlanmasını istediğiniz yazıları [info@inovatifkimyadergisi.com](mailto:info@inovatifkimyadergisi.com) mail adresine göndermelisiniz. Gönderdiğiniz yazılarda bir eksiklik var ise editör tarafından incelenecektir. Eksik kısımları var ise size geri dönüş yapılacaktır.

Dergi ekibi gönüllü kişilerden oluşmuştur. Dergi ilk kurulduğu andan beri böyle ilerlemiştir. Dergi ekibinde olan herkes bu kuralı kabul etmiş sayılır. Gelen kişilere en başta bu kural söylenir. Görevini yapmayan, dergide anlaşmazlık çıkaran, huzur bozan kişiler ekipten çıkarılır. Siz de bu ekip içinde yer almak istiyorsanız web sitemiz üzerinden kuralları okuyarak başvurabilirsiniz.

Dergiyi okuyanlar ve dergi ekibi bu kuralları kabul etmiş sayılırlar.

İNOVATİF KİMYA DERGİSİ

## REKLAM VERMEK İÇİN

[reklam@inovatifkimyadergisi.com](mailto:reklam@inovatifkimyadergisi.com)

adresinden web site ve e-dergi için fiyat teklifi alabilirsiniz.



<http://www.inovatifkimyadergisi.com>  
<https://www.facebook.com/InovatifKimyaDergisi>  
<https://twitter.com/InovatifKimya>  
<https://instagram.com/inovatifkimyadergisi>  
<https://www.linkedin.com/in/inovatif-kimya-dergisi-00629484/>







ÖRÜMCEK AĞI

7



ELEKTRONİK SİGARALARIN TEHLİKELİ  
MİKTARDA KİMYASAL İÇERDİĞİ  
SAPTANDI

11



BİYOTEKNOLOJİK İLAÇ

14



ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ'NDEN  
HİDROJEN ENERJİSİ ALANINDA ÖNEMLİ  
ÇALIŞMA

19



BİYOPLASTİKLER

21



BOR MADENİ KATMA DEĞERİ YÜKSEK  
ÜRÜN HALİNE GELECEK

27



POLİMERİK MALZEMELER

29





GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ'NDE ÜÇ  
BOYUTLU BİYOYAZICILARDA YAPAY  
DERİ ÜRETİLECEK

35



AKILLI İLAÇLAR

37



TÜRK BİLİM İNSANLARI EPİLEPSİ  
ATAKLARINI AZALTAN PİL GELİŞTİRDİ

41



ZEOLİTLER

43



YERLİ ENERJİDE VERİM ARTTIRACAK  
BULUŞ

45



DENDRİMERLERE GENEL BİR BAKIŞ

47



AHŞAP VE TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÇAY  
BOYASIYLA RENKLENECEK

52





## VAZGEÇİLMEZ PROTEİNLERDEN KAZEİN'İN ÜRETİMİ

54



## ELEKTRİKLİ ARAÇLAR KENDİ ELEKTRİĞİNİ ÜRETECEK

58



## MALDI-TOF KÜTLE SPEKTROMETRİSİ VE UYGULAMASI

60



## EKSİ 80 DERECEYE KADAR DONMAYI ENGELLEYEN MADDE BULUNDU

65



REKLAM İÇİN

REKLAM VERMEK İÇİN

DOĞRU YERDESİNİZ

[reklam@inovatifkimyadergisi.com](mailto:reklam@inovatifkimyadergisi.com)





# ÖRÜMCEK AĞI

## Protein Yapısı

Örümcek ipeğinin evrimi, böceklerde uçuşun gelişimi veya omurgalılarda sıcakkanlılık açısından önem taşıyan bir olay olmuştur.

M. R. Gray, 1978



( Şekil 1 )



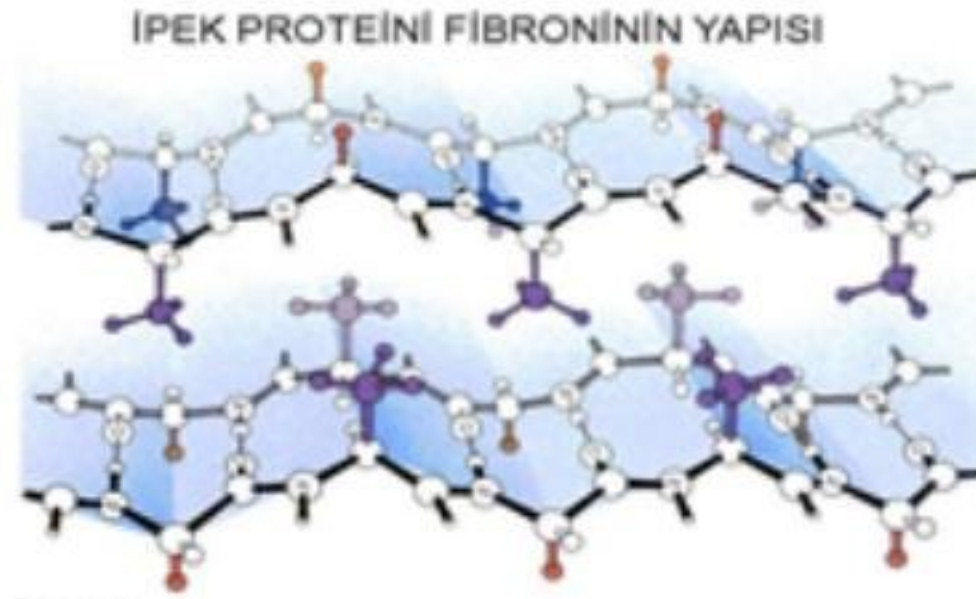
( Şekil 2 )

Örümceklerin en karakteristik özellikleri ipek iplikler üretebilmeleridir (Şekil 1).

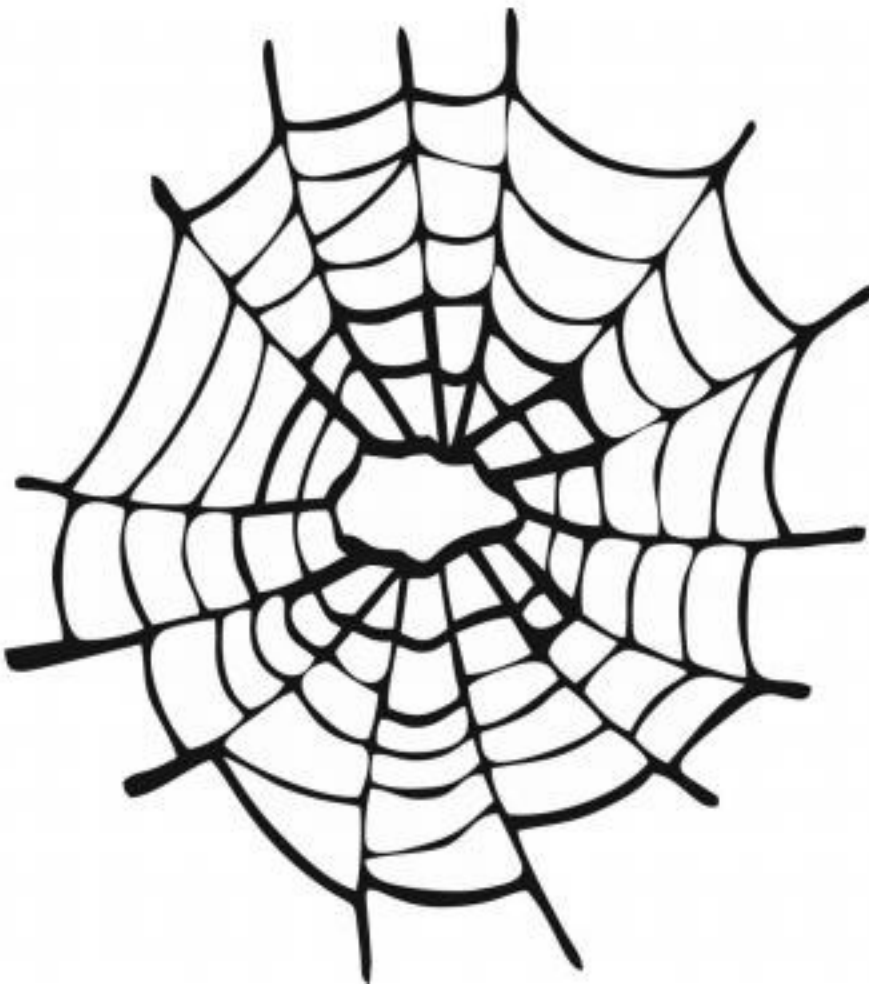
Bazı böcekler de (Örneğin: lepidoptera, hymenoptera, neuroptera) ipek üretebilmektedirler ancak bu özellik hayatlarında sadece tek bir dönemle sınırlı kalmaktadır

(Pupa döneminden önce kokon oluşturma) (Şekil 2).

Bütün örümcekler ağ bezlerine sahiptirler ve sadece kokon oluşturmak için değil avlarını yakalamak için tuzaklar kurmada da kullanırlar.

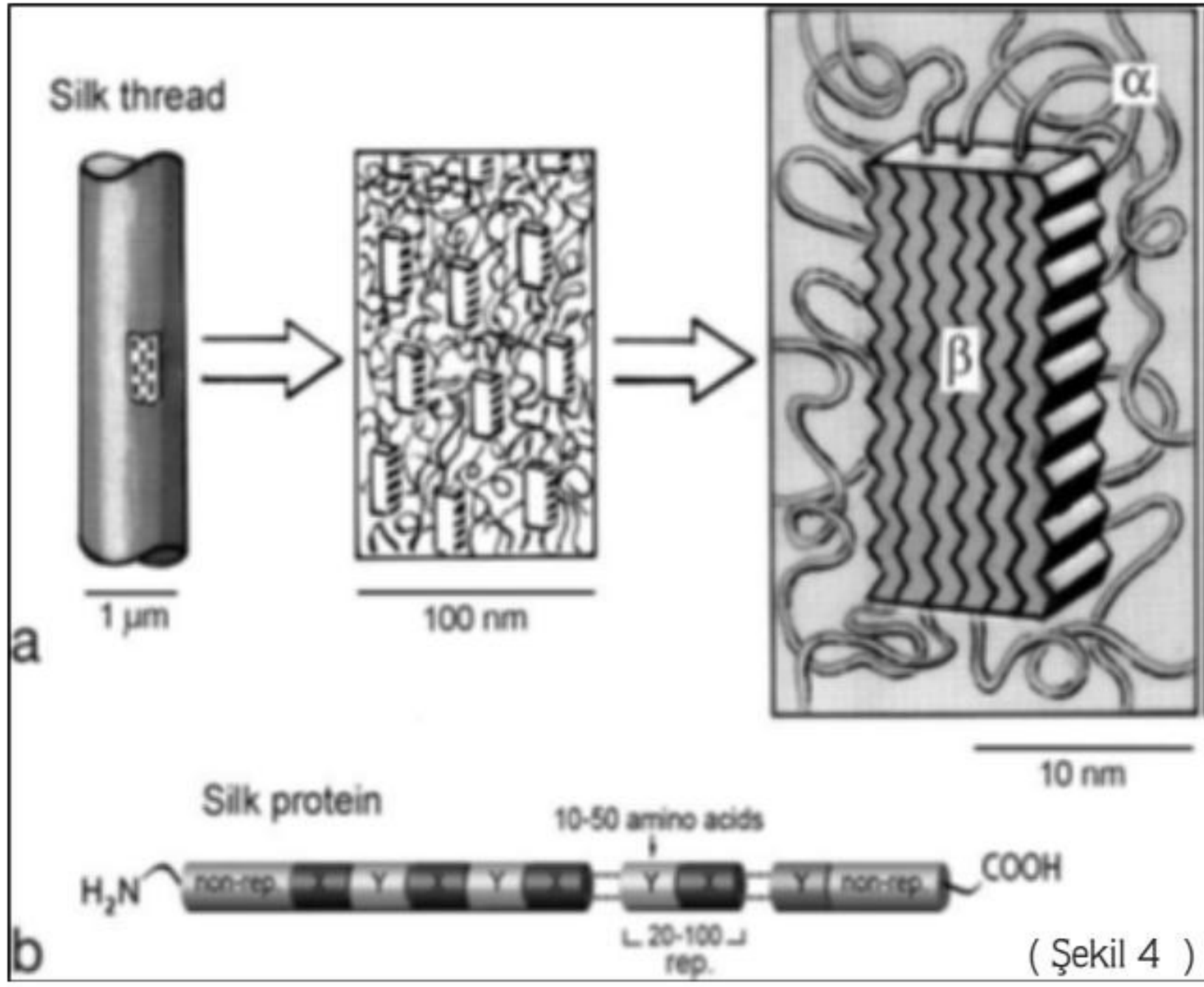


( Şekil 3 )



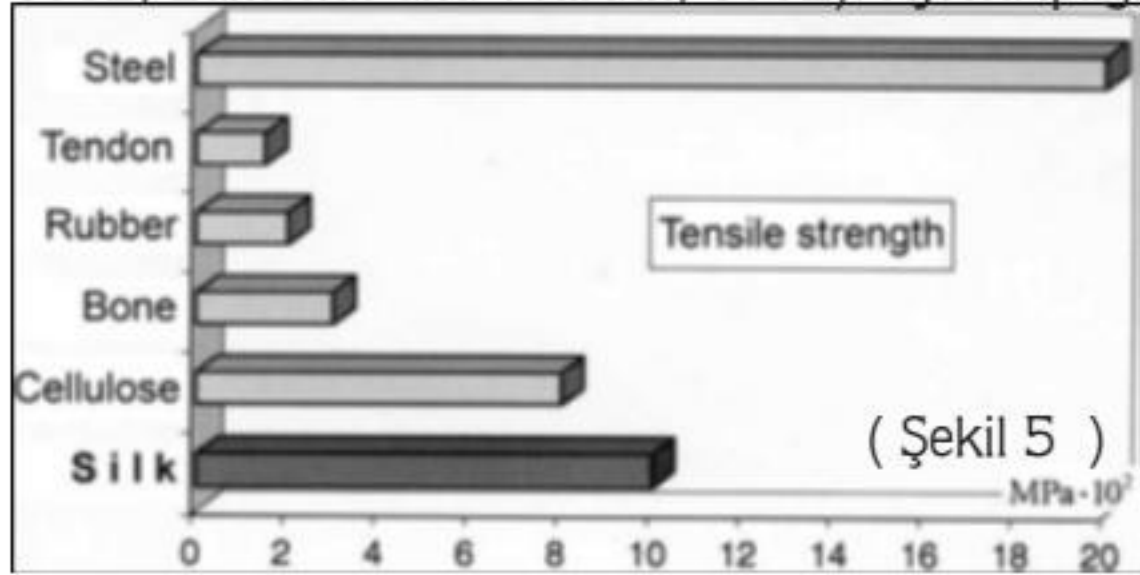
İpek ağ bezlerinde üretilir ve salgılanır. Farklı ağ bezleri farklı türlerde ipek üretirler ancak bütün ipekler protein yapıdadır ve fibroin grubuna aittir (Şekil 3). Nephila'nın ürettiği fibroinin molekül ağırlığı 30 Kd' dir (Braunitzer and Wolff, 1955). Bu değer ağ bezinin içindeki ağırlığıdır. Katılaşmış ipek ipliğinin ağırlığı bunun yaklaşık 10 katıdır. İpeğin suda çözünabilir sıvı halden çözünmeyen hale nasıl geçtiği tam olarak anlaşılamamıştır. Ancak polipeptit zincirindeki moleküllerin çözünabilir  $\beta$ -konfigürasyonundan çözünmez  $\alpha$ -konfigürasyonuna geçtikleri görülmüştür.





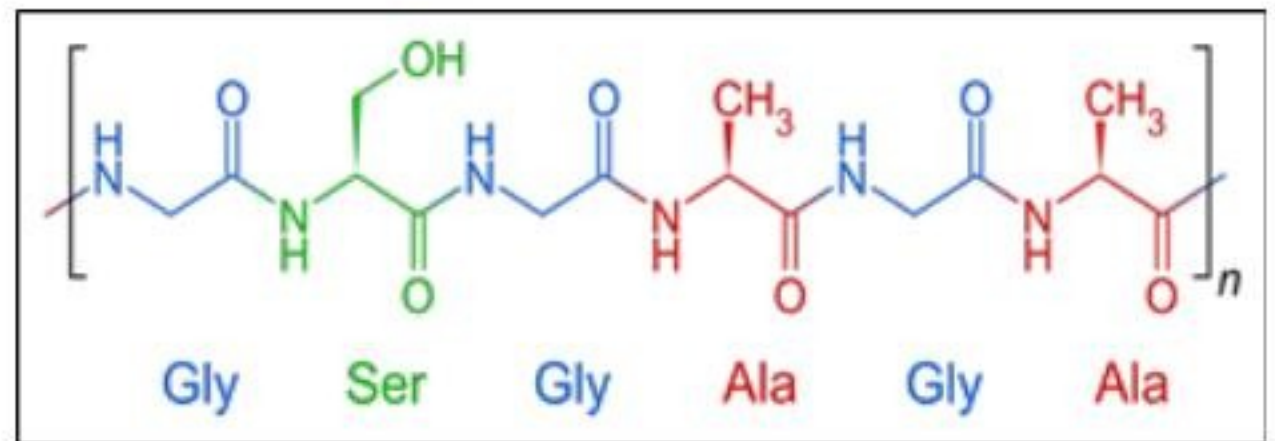
Yakından bakıldığında her bir ipliğin Beta-zincirleri ve Beta-kıvrımlı plakalardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 4). Bu Beta-plakaları akordeon şeklinde katlanmış durumdadır. Bu şekilde protein kristallerini oluştururlar ve gevşek durumda düzenlenmiş aminoasitlerin matriksine gömülü durumdadırlar (Gosline et al., 1984, 1986; Xu and Lewis, 1990). Amorfik matriks ipliğin esnekliğini sağlarken, protein kristalleri ipliğin kuvvetinden sorumludurlar (Work, 1977; Work and Morosoff, 1982; Edmonds and Vollrath, 1992). Ayrıca ipliğin

gücü ve elastisitesi içerisinde bulunan su miktarına da bağlıdır. Kuru bir iplik oldukça gergindir ve boyunun %30` u kadar esnetildiğinde kopar. Islak ipliklerse daha elastiktir ve kopmadan önce boylarının %300` ü kadar esneyebilirler. Örümcek ağlarının büyük kısmında; kuru ipliklerin örülmüş ağlarda kullanıldığı görülür, ıslak ipliklerin ise avı yakalama da kullanıldığı görülür (Tillinghast et al., 1984; Tillinghast, 1987).

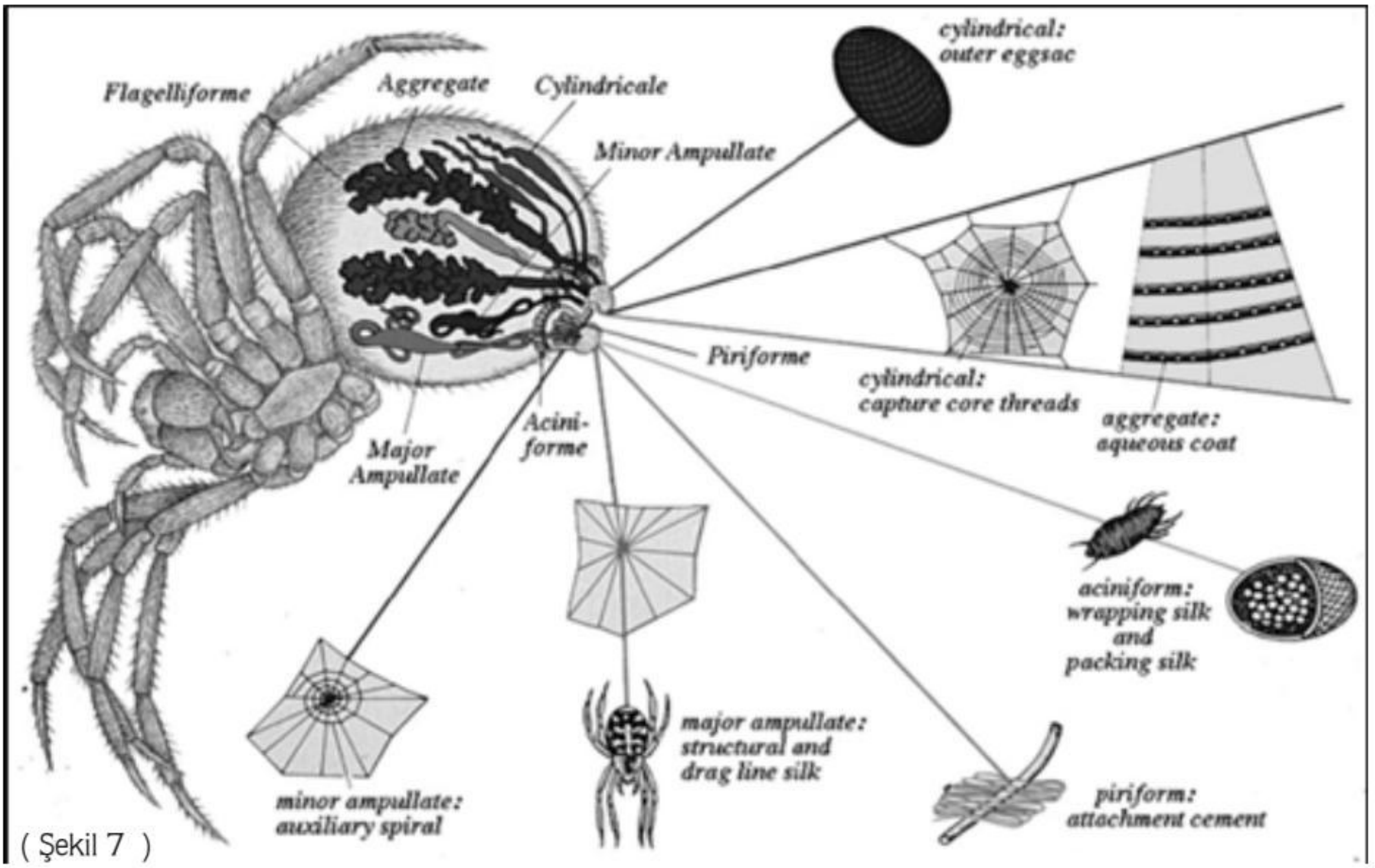


Örümcek ipeklerinin direnci, naylonunkinden biraz daha azdır ancak elastisitesi iki kat daha fazladır (31 % vs. 16 %). Örümcek ipeğinin birçok başka maddeye göre oldukça kuvvetli olduğu görülmektedir (Lucas, 1964) (Şekil 5). İpeğin kuvvetine bir örnek, bir ipliğin kendi ağırlığından parçalanması için 80 km uzunluğunda olması gerekmektedir.

Örümcek ipeği proteinleri olağandışı aminoasit karışımları içerir. Kısa yan zincirlere sahip aminoasitler (alanin, glisin, serin) fibroinlerin %50`den fazlasını oluşturur (Peakall, 1969; Work and Young, 1987; Lombardi and Kaplan, 1990) (Şekil 6). Alaninin büyük kısmının glycine bakımından zengin Gly-II helical bölgelerle birlikte ipeğin kuvvetini sağlamak amacı ile kristal yapıdaki  $\beta$ -plakalarda toplandığı gözlenmiştir (Dong et al., 1991; Hayashi et al., 1999).



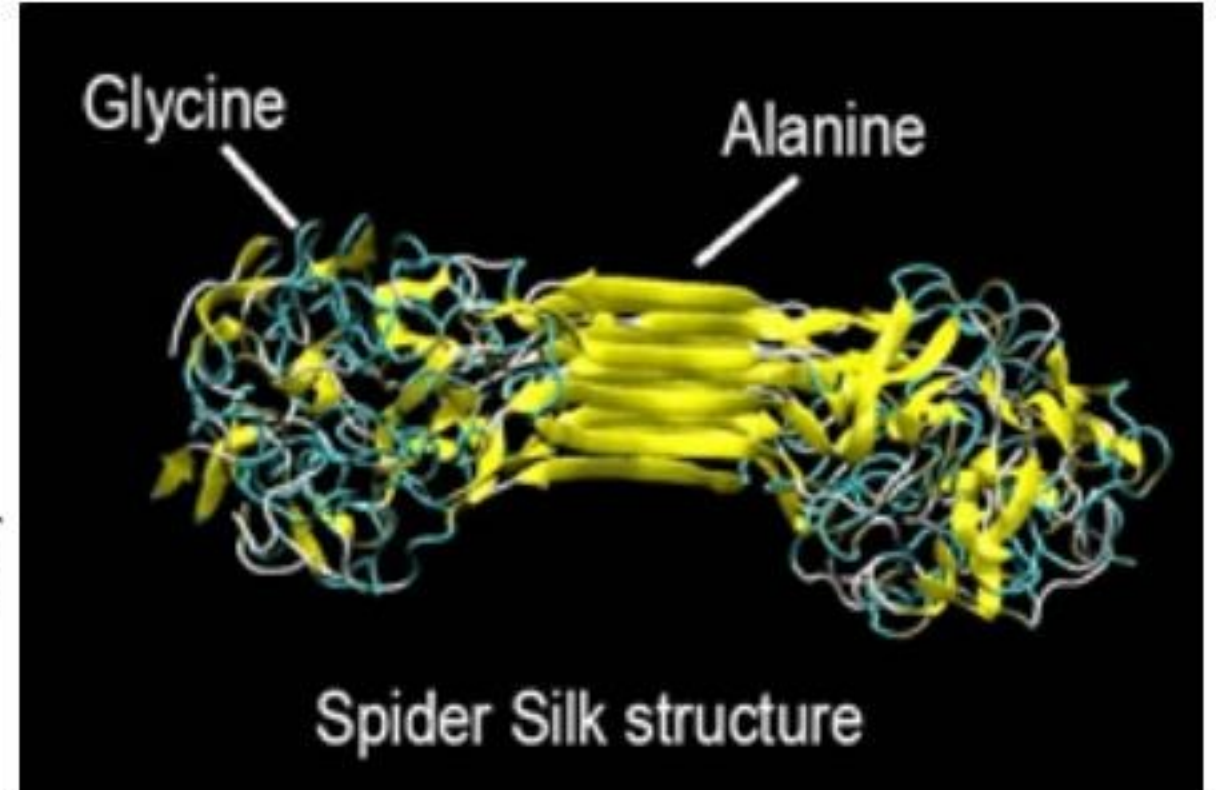




Major ampullate bezinden salgılanan dragline ipeğin oldukça kuvvetli olduğu bilinmektedir ancak acini-forme bezinden salgılanan ipek çok daha kuvvetlidir (kevlardan daha kuvvetli). Yakın zamanda

yapılan bir çalışmayla küçük miktarlarda çinko, alüminyum, titanyum ilavesiyle ipeğin çok daha güçlü ve esnek olabildiği görülmüştür (Şekil 7).

Ipek proteinleri büyüktür ve tekrar eden aminoasit dizilerinden oluşur. 3000 aminoasit içeren bir fibroin, 10-50 aminoasit içeren dizinin tekrarından oluşur. Fibroinlerin kodlandığı genler uzundur ve tekrarlardan oluşur bu yüzden çözülmesi zordur ancak yakın zamanda çözümlenmiştir (Hayashi and Lewis 2001). Bu sayede de plazmidlerin bakteri ve mayalara transferi ile biyoteknolojik olarak sentezlenebilmektedir (Römer and Scheibel, 2007). Ancak ipeğin ticari olarak kullanılmaya başlamasından önce hala birtakım zorluklar bulunmaktadır (protein uzunluklarının optimize edilmesi ve yüksek miktarlarda üretim gibi). Üretilen ipeğin film veya membran şekillerine dönüştürülerek biyomedikal alanında kullanılması da mümkündür (Scheibel, 2004; Vendrély and Scheibel, 2007).



Amino acid	Total web	Frame (ampullate gl.)	Cocoon (tubular gl.)	Attachment disk (piriform gl.)
Alanine	27%	33%	25%	29%
Glycine	20%	24%	12%	25%
Serine	5%	6%	19%	5%
Glutamic	9%	18%	14%	15%
Proline	13%	2%	4%	5%



Örümcek ipeği halk arasında yüzyıllar boyunca açık yaraları kapatmak amacıyla kullanılmıştır (Bon de St. Hilaire, 1710) . Modern tıpta ise sinir hücrelerinin rejenerasyonunda kılavuz olarak kullanımı yakın zamanda test edilmeye başlamıştır. Schwann hücrelerinin hızlıca ipek ipliklere bağlandığı ve ardından da sinir hücrelerinin yeniden büyümesini yönlendirdiği ve desteklediği görülmüştür. Nöral doku nakillerine örümcek ipek ipliklerinin eklenmesi periferik sinir rejenerasyonunda umut vaadeden bir alan olarak değerlendirilmektedir (Allmeling et al., 2006, 2008) . Diğer bir uygulamada örümcek koza

ipliklerinin kırıldak rejenerasyonunda kullanılmasıdır (Gellnyck et al., 2003).

İpek proteinlerinin karışımından ve kemiklerin mineral içeriğinden oluşan absorbe edilebilir ve destek özelliklerine sahip silkbone adı verilen bir biyomateryal şu anda geliştirilme aşamasındadır. Bu tip materyaller insan vücudunda tolere edilebilmekte ve aktarımdan sonra yavaş bir şekilde yerini rejenere olan kemik dokusuna bırakabilmektedir.

#### Kaynaklar

1. Foelix R. Biology of Spiders Third Edition Oxford University Press
2. Braunitzer, C., D. Wolff: Vergleichende chemische Untersuchungen über die Fibroine von Bombyx mori und Nephila madagascariensis. Z. Naturforsch. 10b ( 1955) 404–408.
3. Gosline, J. M. , M. W. Denny, M. E. DeMont: Spider silk as rubber . Nature 309 ( 1984) 551–552.
4. Xu, M., R.V. Lewis: Structure of a protein superfiber: spider dragline silk . Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87 (1990) 7120–7124.
5. Work, R. W. , C. T. Young: The amino acid compositions of major and minor ampullate silks of certain orb-web building spiders (Araneae, Araneidae) . J. Arachnol. 15 ( 1987) 65–80.
6. Edmonds, D. T. , F. Vollrath: The contribution of atmospheric water vapour to the formation and efficiency of a spider's capture web . Proc. R. Soc. Lond. B 248 ( 1992) 145–152.
7. Tillinghast, E. K. , M. Townley: Chemistry, physical properties, and synthesis of Araneidae orb webs. In: Nentwig, W., ed.: Ecophysiology of Spiders . Springer Verlag , Berlin ( 1987), pp. 203–210.
8. Peakall, D. B. : Synthesis of silk, mechanism and location . Am. Zool. 9 ( 1969) 71–79.
9. Lombardi, S. J. , D. L. Kaplan: The Nephila clavipes major ampullate gland silk protein: amino acid composition and the detection of silk gene-related nucleic acids in the genome . Acta Zool. Fenn. 190 (1990) 243–248.
10. Dong, Z., R. V. Lewis, C. R. Middaugh: Molecular mechanism of spider silk elasticity . Arch. Biochem. Biophys. 284 ( 1991) 53–57.
11. Hayashi, C. Y. , R. V. Lewis: Spider flagelliform silk: lessons in protein design, gene structure and molecular evolution . Bioessays 23 ( 2001) 750–756.
12. Scheibel, T.: Spider silks: recombinant synthesis, assembly, spinning, and engineering of synthetic proteins . Microbial Cell Fact. 3 ( 2004) 14–23.



Hayri Koru

Biyolog (Yüksek Lisans Öğrencisi)

koruhayri@gmail.com



# ELEKTRONİK SİGARALARIN

## TEHLİKELİ MİKTARDA KİMYASAL İÇERDİĞİ SAPTANDI



Bilim insanları, elektronik sigaralarda ölçümledikleri aşırı seviyedeki kimyasal maddelerin insan sağlığına zararlı olabileceği konusunda uyardı.

ABD'de bulunan Johns Hopkins Bloomberg Sağlık Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir araştırma, elektronik sigaralarda tehlikeli seviyede zehirli metal, kurşun ve krom bulunduğunu saptadı. Araştırmacılar, zararlı seviyedeki kimyasalların elektronik sigaraların ısıtma bobinlerinden çıkan aerosollar nedeniyle meydana geldiği görüşünde.

56 elektronik sigara kullanıcısıyla gerçekleştirilen araştırmada, her bir kullanıcının cihazında bulunan kimyasalların seviyesi ölçüldü. Elektronik sigara likitlerinde yapılan ölçümlerde, söz konusu metallerin seviyesi güvenli seviyede çıkarken; bu likitler

cihazın ısıtma sistemiyle etkileşime girdiklerinde kimyasalların seviyesinde aşırı seviyede artış yaşandığı gözlemlendi.

Bilim insanları, elektronik sigara aerosollarında bulunan en endişe verici metallerin krom, nikel ve manganez olduğunu belirtti. Araştırmanın en önemli bulgularından birisi ise bu metallerin elektronik sigaraların çoğunda geleneksel sigaralardakinden daha fazla olarak ölçüldüğüydü.



## Normal Sigaradan Yüksek Çıktı

Elektronik sigaralarda bulunan krom, nikel ve kadmiyum emisyonu geleneksel sigaralardan daha yüksek çıkarken; kurşun seviyesi ise sigaralarla eşit seviyelerde ölçüldü.

Bilim insanları uzun süreli elektronik sigara

## Daha Sağlıklı Değil

Environmental Health Perspectives Dergisi'nde yayınlanan araştırma, elektronik sigaranın geleneksel sigaralara sağlıklı ve güvenli bir alternatif olduğu algısını yanlışlayan bilimsel çalışmalardan yalnızca bir tanesi. Elektronik sigaraların uzun vadede insan

kullanımının insan sağlığına tam etkilerini henüz saptayabilmiş durumda değil. Ancak araştırmada ortaya çıkan aerosol ölçümlerinin birçoğunun ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından belirlenen 'güvenli sınır'ın üzerinde olduğuna dikkat çekildi.

sağlığına etkileri henüz aydınlatılamamış olsa da, bilimin elde ettiği veriler bu cihazların insanları geleneksel sigaralardan daha farklı şekillerde etkileyebileceğine işaret ediyor.





## PARTNERLERİMİZ.



Societa Chimica Larderello  
S.P.A. - Italy



Scit 2000  
S.P.A - Italy



Mersin Tarsus Organize Sanayi Bölgesi  
8. Cad. No: 4 Tarsus MERSİN  
+90 (324) 326 66 64  
www.farmachemtr.com

## GURUP ŞİRKETLERİMİZ





# BIYOTEKNOLOJİK İLAÇ

Biyoteknoloji bir yandan endüstriyel fermentasyonu tanımlarken bir yandan da şu anda ergonomi (iş bilimi) olarak adlandırılan iş alanındaki etkinlik çalışmasını tanımlamaktadır. Bu belirsizlik 1961 yılında İsveçli mikrobiyolog Carl Göran Heden'nin uygulamalı mikrobiyoloji ve endüstriyel fermentasyon alanlarındaki araştırmaları yayınlayan bilimsel bir derginin isminin Journal of

Microbiological and Biochemical Engineering and Technology' den Biotechnology and Bioengineering' e çevrilmesini önermesiyle sonlanmıştır. Bu tarihten itibaren biyoteknoloji açık ve kesin olarak biyolojik organizmaların, sistemlerin ve proseslerin kullanımı sonucunda endüstriyel üretim çalışmaları ile ilişkilendirilmiştir.

## Farmasötik Biyoteknolojinin Tarihsel Gelişimi

Biyoteknolojinin tarihini, insanoğlunun yerleşik düzene geçtiği on bin yıl önce-sine kadar götürmek mümkündür. Yabani bitki ve hayvanların evcilleştirilmesi, bunların melezlerinin oluşturulması ile insanın gereksinimlerin uygun yeni türlerin geliştirilmesi, bugünkü genetik olarak değiştirilmiş bitki ve hayvanların geliştirilmesine örnek olan uygulamalardır. Diğer taraftan, bitkisel ve hayvansal ürünlerin (üzüm, süt, et gibi) fermentasyon gibi tekniklerle şarap, yoğurt, peynir veya pastırmaya dönüştürülmesi de biyoteknolojinin ilk örnekleridir. Ürün geliştirmede biyolojinin kullanımını, 1866'da başlayan Mendel'in bezelye deneylerine kadar götürmek mümkündür. Mendel'in bu gözlemleri, modern genetiğin temellerini oluşturmuştur. Modern biyoteknoloji ile ilgili belgelerde, bu teknolojinin başlama tarihi olarak 1979 kabul edilse de, rekombinant protein üretiminde bugün

kullanılmakta olan fermentasyon teknolojisi ilk kez 1. Dünya Savaşı'nda, mısır şekeri fermentasyonunda ve patlayıcı amaçlı aseton üretmek için kullanılmıştır. Aynı fermentasyon teknolojisi daha sonra, 2. Dünya savaşı'nda, antibiyotik üretiminde kullanıldı ve böylece yüz binlerce insanın ölümü engellenebildi. 1869'da Friederich Miescher'in DNA'yı izole etmesi, 1928'de Alexander Flemming'in penisilini bulması, 1953'de James Watson, Francis Crick ve Rosalinda Franklin'in DNA'nın yapısını tanımlamaları, 1961 'de Marshall Nirenberg ve Gobind Khorana'nın genetik kodu çözmeleri, modern biyoteknoloji endüstrisine geçişte önemli kilometre taşlarını oluşturmuştur. 1970'ler de hücre bölünmesi ve protein yapısının anlaşılması, DNA kesici enzimleri ve polimerazları da içeren DNA replikasyon enzimlerinin izolasyonuyla başlayan Walter Gilbert'in ilk rekombinant DNA deneyleri, 1975'de ilk hibridomanın yapılması,

1976'da ilk biyotek firması olan Genentech'in kuruluşu, 1982'de tanı amaçlı ilk monoklonal antikorun üretimi, yine aynı yılda insülinin ilk insan terapötik proteini olarak üretilmesi, bu yoldaki en önemli gelişmeler olmuştur(1).





Modern biyoteknolojinin tedavi alanında uygulama-nabilirliği 1980'lerde kesinlik kazanınca, bundan 20 yıl kadar önce, başlangıcında çoğu ABD'de olmak üzere, "start-up" biofarmasötik şirketleri kurulma-ya başladı. E.coli'de ilk gen nakli 1973 yılında Boyer ve Cohen tarafından gerçekleştirildi. Böylece modern biyoteknoloji bu iki yönteme dayalı olarak günümüzdeki gelişmiş düzeyine ulaşmıştır; zira, DNA zincirinin parçalara ayrılabilmesi ve çoğaltılarak mikroorganizmalara yerleştirilmesi olanaklı hale gelmiştir(2).

Bugün sayıları bir kaç yüzle ifade edilen bu şirketlerin çoğu girişimci moleküler biyologlar tarafından kuruldu. Dolayısı ile, bu küçük firmalar, biyoteknoloji arenasında kendilerine avantaj

sağlayacak akademik ve teknik deneyime sahip olmalarına rağmen, ilaç üretim tecrübelerinin olmaması gibi önemli bir handikap taşımaktaydılar. Diğer taraftan, önde gelen farmasötik şirketleri ise, bu hızla büyü-yen çok önemli teknolojinin yüksek potansiyelini önceleri fark edemeyerek modern biyoteknoloji ala-nına girmekte yavaş davrandılar. Zamanla, bu ikili sorun, küçük biyoteknoloji firmalarının büyük ilaç firmaları ile kurduğu ittifaklar yoluyla aşıldı. Örneğin, Genentech biyoteknoloji firması rekombinant insan insülinini geliştirdi. Eli Lilly bu ilacı Humulin® marka adı ile piyasaya sürdü. Son zamanlarda ise başarılı küçük biyoteknoloji firmaları, büyük ilaç firmaları ta-rafından, çok yüksek fiyatlarla satın alınmaya başlandı(1).

## Peki Biyolojik Ürünlerin Üstünlükleri

- Biyolojik olmaları (sentetik olmamaları)
- Çok düşük dozlarda büyük biyolojik aktiviteye sahip olmaları
- Yüksek selektivite hatta spesifisite göstermeleri
- Hedeflendirilebilmeleri
- Suda çözünür olmaları

## Biyolojik Ürünlerin Problemleri

- Yapılarının büyük olması
- Yapılarının karmaşık olması
- Üretimlerinin son derece karmaşık olması
- Safsızlaştırma sorunları
- Stabilite sorunları (kolay bozulma)
- İmmünojenisite
- Formülasyon zorluğu
- Uygulama yollarının sınırlı olması (sadece parenteral)

## Biyoteknolojik İlaçların Normal İlaçlardan Farkı Nedir?

Biyoteknolojik ilaçlar konvansiyonel ilaçlara kıyasla daha büyük moleküllere sahiptir ve her birinin doğasında belli düzeylerde değişkenlik gösteren bir dizi özellik vardır. Bu değişkenlik, molekülün 'şekli' (katlanma) ile moleküle eklenmiş olabilen herhangi bir şeker ya da karbonhidratın tür ve uzunluğunda (glikolizasyon) olabilir. Biyoteknolojik ilaçlar yaşayan organizmalar kullanılarak üretilirler. Son

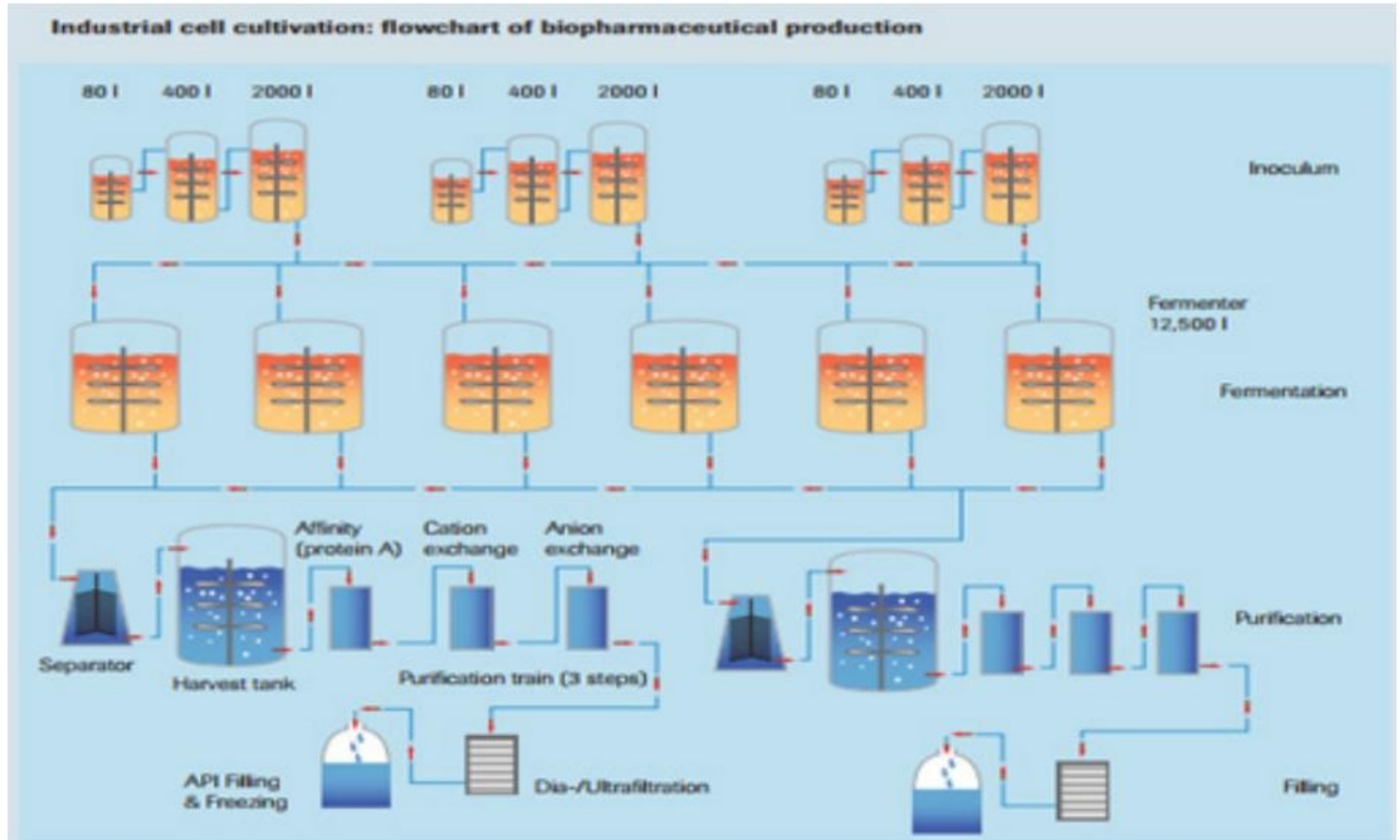
ürün olan biyolojik etkin maddenin yaşayan hücre ya da organizmanın içinde bulunan binlerce diğer molekülden ayıklanarak saflaştırılması gerektiğinden üretim süreci karmaşıktır ve ileri teknoloji gerektirir(3).





Konvansiyonel İlaçlar	Biyolojik İlaçlar
Kimyasal sentezle üretilirler	Biyoteknolojik olarak üretilirler
Düşük molekül ağırlığı	Yüksek molekül ağırlığı
Fizikokimyasal özellikleri tamamen karakterize edilebilir	Kompleks fizikokimyasal özellik
Stabil	Isı ve çalkalamaya hassas (agregasyon)
Saflık standartları mevcut	Değişken spesifikasyonlar
Farklı uygulama yollarına yönelik dozaj şekilleri hazırlanabilir	Genellikle parenteral yol ile uygulanır
Kan damarları yolu ile hızla sistematik dolaşıma geçer	Lenfatik sistem aracılığı ile sistematik dolaşıma ulaşır, proteolize uğrayabilir.
Organ ve dokulara dağılır	Plazma ve hücreler arası sıvı ile sınırlı dağılım
Genellikle toksisitesi spesifikdir	Reseptör aracılı toksisite
Genellikle antijenik özellikte değildir	Genellikle antijenik özellikte
Analitik yöntemlerle tamamen karakterizasyon	Karakterizasyonu zor
Saflaştırılması kolay	Saflaştırma prosesi uzun ve karmaşık
Kontaminasyondan korunması kolay	Kontaminasyon olasılığı çok yüksek

## Biyoteknolojik İlaç Üretim Aşamaları





## Kültivasyon :

Hücreler, çoğalmalarını sağlayacak besleyici sıvı ortamına aktarılır. Bu adımın uzunluğu kullanılan hücre türüne bağlıdır. Uygun koşullar altında Escherichia coli gibi bakteri hücreleri genellikle her 20 dk bir bölünür; böylece bir hücre 24 saat içinde  $4,7 \times 10^{21}$  hücreye yükselir. Buna karşılık Çin hamster yumurtalık (CHO) hücresi gibi memeli hücreleri 24 saatte bir bölünür ve yeterli sayıda hücre elde etmek için daha uzun süre bekletilmesi gerekir. Büyüme aşamasında hücre kültürü aşamalı olarak daha büyük kültür tanklarına transfer edilir.

## Fermantasyon :

Biyo-farmasötik maddenin asıl üretimi bu aşamada gerçekleşir. Kültür ortamı istenen terapötik proteinin sentezi için gerekli maddeleri içerir. Fermantasyonun gerçekleştiği endüstriyel ölçekli çelik reaktör 10000 litre veya daha fazla kapasiteye sahiptir. Reaktör kabının boyutunda yalnızca teknolojik değil aynı zamanda biyolojik kısıtlamalar da vardır. Bir fermentör ne kadar büyük olursa, içindeki tüm hücrelere aynı koşulları oluşturmak o kadar zor olur.

## Saflaştırma :

Kültür hücresi oluşturduğu ürünü çevresindeki

solüsyonda tutar. Bu durumda hücreler kültür ortamından ayrılır. Örn; Santrifüjleme veya süzme ile atılır, istenen ürün birkaç saflaştırma aşaması ile izole edilir. Öte yandan ürün biyosentezi takiben hücrelerde kalırsa, hücreler ilk önce izole edilir ve sindirilir (diğer bir deyişle yok edilir) ve hücresel atıklar ürünle birlikte solüsyondan ayrılır.

Biyoüretim proseslerinden elde edilen verim genellikle kimyasal sentezden çok daha düşüktür. Örneğin 10000 litrelik fermentör sadece birkaç kilogramlık bir terapötik antikör üretir. Arıtma dahil üretim aşamaları birkaç hafta sürebilir. Daha sonra ürünün test edilebilmesi için birkaç hafta daha gereklidir. Her bir şarj boyutu saflık açısından test edilir ve %99,9 saflık oranı ruhsat onayı için gereklidir. Ancak o zaman bitmiş ürün işlenebilir ve sevk edilebilir.

## Formülasyon:

Hassas proteinler stabil bir farmasötik forma dönüşür. Tüm bu adımlar boyunca etkinliğin korunması için molekülün yapısal bütünlüğünün korunması gerekir.

Teropötik proteinler, midenin asidik ortamını hasarsız geçemez, bağırsak duvarı boyunca yapısı bozulmadan absorbe edilemezler. Enjeksiyon yolu ile vücuda alınırlar(4).

### Biyoteknolojik ilacın standart üretim akışı



### Biyobenzerlerin geliştirilme aşamaları

#### Adım 1: (1-1,5 yıl)

Eşdeğer konakçı hücre klonun geliştirilmesi

#### Adım 2:

Hücre bankası klonlarının hazırlanması

#### Adım 3: (1-1,5 yıl)

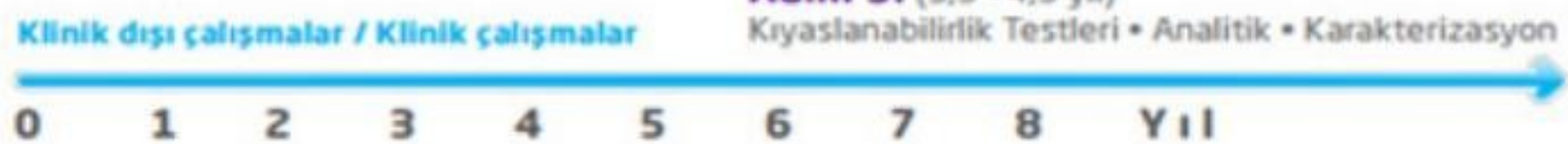
Sürecin Geliştirilmesi • Fermantasyon • Saflaştırma

#### Adım 4:

İmalat ölçeğinin büyütülmesi

#### Adım 5: (3,5 - 4,5 yıl)

Kıyaslanabilirlik Testleri • Analitik • Karakterizasyon

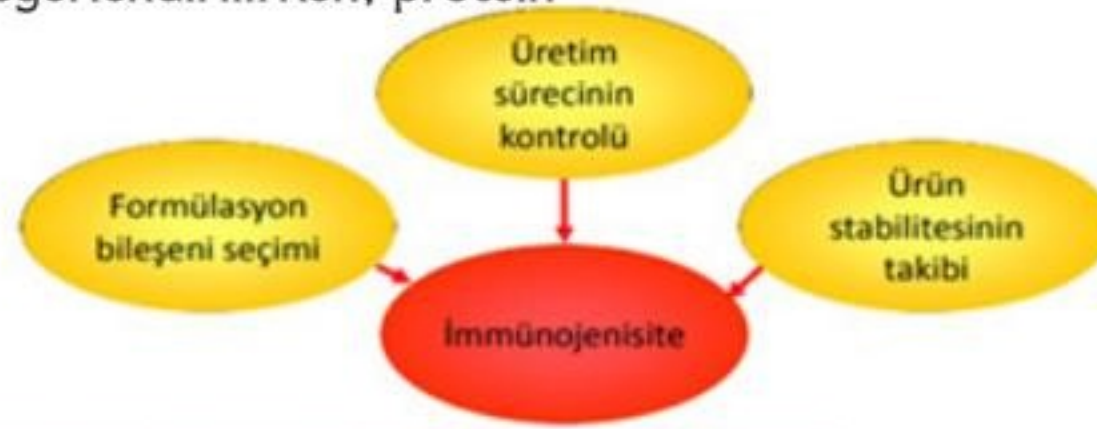




# Biyoteknolojik İlaçların En Önemli Güvenlilik Kriteri "İmmünojenisiteni" Değerlendirilmesi

Egzojen proteine karşı bağışıklık sisteminin immun cevap vermesi olarak tanımlanan "immünojenisite" terimi referans biyoteknolojik ve biyobenzer tüm biyoteknolojik ilaçların en önemli güvenlik kriteridir. Genel olarak biyoteknolojik ilaçlar, yapılarının büyük ve kompleks olmasından dolayı vücutta immün yanıt oluşturabilmektedir. Otoriteler, az vakada gerçekleşse dahi öldürücü risk taşıyan immünojenisitenin ruhsatlandırma öncesi değerlendirilmesini talep etmektedir. Küçük moleküllü kimyasal ilaçlarda immünojenisite riskleri klinik öncesi çalışmalar ile değerlendirilirken, protein

yapısında bulunan biyoteknolojik ilaçlarda immün cevap türe göre farklılık gösterdiğinden klinik öncesi çalışmalarla değerlendirilemez. Bu nedenle ruhsatlandırma öncesi detaylı değerlendirme yapmak ve risk yönetim planlarına immünojenisiteyi eklemek gereklidir. EMA Kılavuzu'na göre immünojenisite aşağıdaki faktörlerle ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle özellikle klinik faz çalışmalarında ürün güvenliliği izlenirken bu faktörlerin göz önünde bulundurulmasının değerlendirmede kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir



**İmmünojenisitenin ilişkili olduğu faktörler aşağıda sıralanmıştır:**

- Protein dizisi (insan dışı dizi varyasyonları örn. bakteriyel diziler immünojenisiteyi arttırmaktadır),
- Molekül ağırlığı (büyük moleküllerde küçüklere göre daha fazla),
- Glikozilasyon derecesi (translasyon sonrası değişiklikler ürünün yabancı olarak tanınmasına neden olabilir),
- Çözünürlük ve agregasyon (agregatlar yabancı

antijenler olarak tanınabilir),

- Safsızlık düzeyi (istenmeyen proteinler, DNA, virüsler, endotoksinler, metaller, antibiyotikler ve büyüme faktörleri),
- Formülasyon ve saklama (formülasyondaki yardımcı maddeler ve uygun saklanmayan ürünlerde oluşabilecek bozunma) (5).

Biyofarmasötik pazarında 2020 yılına kadar mevcut birçok biyolojik ilacın patent süresi dolmuş olacaktır. Bu durum da, biyofarmasötik ilaçların jenerik üretimi konusunu ön plana çıkarmıştır. Tüm dünyada 200'e kadar yeni biyobenzer ürün geliştirme projesi sürmektedir. Projelerin büyük çoğunluğu prelinik fazdadır, yaklaşık beşte biri Faz III çalışmalarını yürütmekte ya da ruhsat onayını beklemektedir.

## Kaynaklar

1. Balta E. Biyoteknolojik ürünler, TEB haberler dergisi.2007; (4): 8-13.
2. Paillotın G. The Impact of Biotechnology on the Agro-Food Sector, Future of Food Dergisi, 1997:71.
3. İlaç Endüstrisi İşverenler Sendikası, Biyoteknolojik İlaçlar Kitapçığı, 2016.
4. Presentations at a media conference: The Roche Group – one of the world's leaders in biotech. Basel, November 2004 [http://www.roche.com/home/media/med\\_events](http://www.roche.com/home/media/med_events).
5. Prof. Dr. Atila Karaalp, Biyoteknolojik Ürünler ve Biyobenzerler, Diyabet Hemşireleri Akademisi 22 Ekim 2016 Girne, Kıbrıs.



Selin Cimok

Kimyager (Yüksek Lisans Mezunu)

selincimok@hotmail.com



# ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ'NDEN HİDROJEN ENERJİSİ ALANINDA ÖNEMLİ ÇALIŞMA



Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, enerji üretimi konusunda son derece önemli bir çalışmaya imza atıyor.

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Cihan Kuru, “Geleceğin Yakıtı” olarak da nitelenen hidrojenin üretimi alanındaki çalışmasıyla TÜBİTAK’tan toplam 321 bin 900 TL’lik destek almaya hak kazandı. 3 yıl sürecek olan projede Yrd. Doç. Dr. Miraç Alaf ve Yrd. Doç. Dr. Yunus Emre Şimşek araştırmacı olarak görev alacak.

“Fotoelektrokimyasal Hidrojen Üretimi İçin Geçiş Metalleri Alaşımlarının Sülfürizasyonu ve Selenizasyonu ile Yeni Katalizör Malzemelerin Geliştirilmesi” adlı bilimsel çalışma hakkında bilgi veren Yrd. Doç. Dr. Cihan Kuru, amaçlarının hidrojen üretiminin verimini artırmak ve maliyetini düşürmek olduğunu söyledi. Çalışmanın uzun

vadede son derece olumlu sonuçlar doğuracağına inandığını kaydeden Kuru, bu çalışmayla hidrojen enerjisi alanında önemli bir akademik eksikliği de dolduracaklarını ifade etti. Kuru, “Artan dünya popülasyonu ile birlikte dünyanın enerji ihtiyacı da artmaktadır. Dünyada, yılda yaklaşık 17,5TW’lık bir enerji tüketilmektedir ve bu miktarın 2050 yılına kadar yüzde 56 artması beklenmektedir. Günümüzde dünya enerji ihtiyacının yaklaşık yüzde 80’i kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlarla karşılanmaktadır. Ancak, fosil yakıt rezervleri hızlı bir şekilde tükenmektedir ve bu yüzden de fiyatların önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Ayrıca, fosil yakıtlar yenilenebilir enerji kaynakları olmadığı gibi atmosfere önemli ölçüde karbondioksit salımı yaparak sera etkisine, yani bilinen adıyla küresel ısınmaya neden olmaktadır. Yeryüzündeki sıcaklık artışının yıkıcı sonuçlara neden olmasını engellemek için atmosferdeki karbon dioksit seviyesinin bir an önce düşürülmesi gerekmektedir” dedi.



# Fosil Yakıtlara En Önemli Alternatif Hidrojen

Dünyanın yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarına ihtiyaç duyduğunu belirten Kuzu, “Fosil yakıtlara alternatif olabilecek en önemli enerji kaynaklarının başında, yüksek enerji yoğunluğuyla hidrojen molekülü geliyor. Hidrojen, yakıt hücrelerinde oksijenle tepkimesi sonucunda elektrik enerjisine çevrilebilir ve tepkimenin ürünü olarak ortaya sadece su çıktığı için çevre kirliliğine neden olmaz. Ancak, hidrojenin yenilenebilir ve temiz bir yakıt olabilmesi için suyun ayrıştırılması ile elde edilmesi gerekmektedir. Suyun ayrışımı uygun yarı iletkenler yardımıyla güneş enerjisi ile gerçekleştirilebilir. Suyun verimli bir şekilde ayrışımı için hidrojen ve oksijen oluşum reaksiyonlarını katalize eden malzemeler kullanılmaktadır. Örneğin, hidrojen oluşum reaksiyonu için bilinen en iyi

katalizör platindir. Ancak, kısıtlı rezervlerinden ve maliyetinden dolayı, platinin geniş ölçekli uygulamalarda kullanımı mümkün görünmemektedir. Bu çalışmada, yeryüzünde bolca bulunan elementlerden oluşan, düşük maliyetli ve platin kadar iyi hidrojen oluşum reaksiyonu katalizörlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Buna ek olarak, geliştirilecek olan katalizörler silisyum yarı-iletkenler üzerine entegre edilerek suyun güneş enerjisi ile verimli bir şekilde ayrıştırılması hedeflenmektedir. Böylece, hidrojen üretim maliyeti düşürülerek hidrojen teknolojilerinin kullanımı yaygınlaştırılabilir” ifadelerine yer verdi.



# BIYOPLASTİKLER

## Giriş

Petrol ya da kimyasal bazlı, yüksek moleküler ağırlığa sahip organik moleküllerden ya da polimerlerden elde edilen sentetik veya yarı sentetik materyaller olan plastikler, gelişen teknolojiye paralel olarak her gün yeni uygulamalara imkân sağlamaktadır. Kolay uygulanabilir özellikte ve diğer sektörlerde çok kolay entegre olabilen bir yapıya sahip olması plastiğin, modern hayatta ev aletlerinden, tıbbi cihazlara, otomotiv sektöründen ambalaj malzemelerine kadar hemen her alanda yaygın bir kullanıma ve artan bir üretim miktarına sahip olmasını sağlamıştır. Bunun sebepleri hafiflik, yüksek kimyasal dayanıklılık, yalıtkanlık (elektrik, ısı ve ses), hijyen, yüksek esneklik ve darbe mukavemeti, yüksek tokluk özelliği, optik özellikler (şeffaflık), kolaylıkla işlenebilirlik (şekillendirilebilme), özelliklerin istekler doğrultusunda değiştirilebilmesi, düşük maliyet (hammadde ve imalat), tasarımının kolaylığı ve atmosferik koşullara dayanım gibi özellikleridir. Bundan dolayı plastik insan yaşamına kolay bir şekilde entegre olmuş ve tüm dünyada cam, metal, kauçuk, ağaç, inorganik maddeler gibi malzemelerin yerine alternatif malzeme olarak veya bu malzemelerle birlikte kullanılarak küresel düzeyde bir hayli değerli bir materyal haline gelmiştir. Öyle ki plastik sektörü Avrupa Birliği'nde 15 milyon kişiye istihdam sağlarken, yılda ortalama 160 Milyon Euro katma değer yaratmaktadır. Dünya plastik sektöründe ise 60 milyon kişiye istihdam sağlandığı ve yılda ortalama 700 milyar Euro'luk katma değer yaratıldığı tahmin edilmektedir. Gerek ekonomikliği gerekse kolay uygulanabilir olması, plastiğin diğer maddelere göre tüketimini hızla artırırken, plastik tüketiminin fazlalığı da ülkelerin gelişmişliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte günümüzde bir yıllık sentetik plastik üretimi için en az 150 milyon ton civarında petrol kullanılmakta ve 500 milyon tonun üzerinde toksik kimyasal barındıran ve doğada çözünemeyen atık oluşmakta, bunların yanması, küresel ısınmada payı olan dioksin gibi zararlı kimyasalların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Diğer taraftan plastiğin geri dönüşümü de oldukça zordur. Çünkü her bir plastik malzeme yapısında farklı kimyasallar içerdiğinden geri dönüşümlerinde de yüksek maliyetli farklı prosesler uygulanmak zorundadır. Ayrıca, plastiğin gerek üretim ve gerekse yakma prosesleri sırasında insan sağlığını direkt veya dolaylı olarak

etkileyen ve endokrin bozuklukları, kanser, bağışıklık sisteminin baskılanması ve çeşitli yan etkiler gibi bir takım hastalıklara neden olan toksik ve kanserojen maddeler serbest kalmaktadır. Oysa petrol ya da kimyasal türevli olmayan ve tamamen biyolojik kaynaklı (hayvan, bitki, bakteriler gibi) plastik üretimi, biyo-çözünürlüğün yüksek olmasından dolayı daha sürdürülebilir bir üretim şekli olarak görülmektedir. Plastikler her ne kadar yüzyılın en büyük yeniliği olarak düşünülse de, karada ve okyanuslarda akıbetlerinin ne olduğu, çözünmelerinin ne kadar zaman alacağı gibi belirsizlikler ve mevcut zararları göz önüne alındığında çevre ve insan sağlığı üzerinde her zaman bir tehdit olmaya devam edeceklerdir. Bu nedenle pek çok ülke biyosferden hemen bertaraf edilebilecek, yeni ve yaygın kullanıma sahip materyallerin keşfi ve üretilmesi için özel programları teşvik etmekte ve bu kirleticilerin transformasyonunu kolaylaştırma hedefli stratejiler geliştirmektedir. Bunlar arasında hiç şüphesiz biyoteknoloji uygulamaları sonucunda geliştirilmiş olan biyolojik tabanlı, kolay çözünebilir ve yenilenebilir özelliğe sahip biyoplastikler gelmektedir. [1]





# Biyoplastik

Yenilenebilir karbon kaynaklarından ya da biyolojik kökenli polimerlerden elde edilen plastikler olarak tanımlanan biyoplastikler bitki, hayvan, mantar, alg veya bakteriler gibi canlı organizmalar tarafından üretilen biyolojik materyallerdir. Biyoplastiklerin tarihi, petrokimyasal plastiklerin tarihinden daha geriye gidiyor. İlk doğal kaynaklı termoplastik 1860'ta üretilmiş olan 'selüloid'. Bu malzeme, selülozun kimyasal bir işlemle çözünmez hale getirilmesiyle hazırlanmış. Bu tarihten sonra çok sayıda biyo-kökenli plastiğin keşfine yönelik çalışmalar yapılmış ve patentler alınmış. Örneğin 1940'lı yıllarda biyo-kökenli etil alkolden suyun uzaklaştırılmasıyla etilen üretilmiş. Ancak 1930'lu ve 1940'lı yıllarda yapılan bu keşifler yalnızca laboratuvarlarda kalmış, 1950'li yıllarda ham petrol kullanılarak çok ucuza sentetik polimer üretimi yapılabildiği için de ticari kullanım bulamamış. Bilindiği üzere biyomateryaller, biyoteknolojik uygulamalarla farklı organizmalar tarafından

sentezlenen ve katabolizlenen doğal ürünlerdir. Biyomateryaller konvansiyonel sentetik ürünlere kıyasla pek çok canlı tarafından kolay bir şekilde asimile edilebilir ve biyo-uyumlu olduklarından mevcut organizmada toksik etkiye neden olmazlar. Bu bağlamda biyoplastikler, farklı besin ve çevrede yetiştirilen geniş bir mikroorganizma aralığında üretilen biyomateryallerin özel bir formu olarak da tanımlanabilir. Biyo-bazlı plastikler parçalanarak biyokütleyle dönüşebilmekte, tekrar toprağın bir parçası haline gelmekte ve bitkisel kaynaklı 'sürdürülebilir ambalaj' cazibesıyla diğer plastik malzemelerin yerini alabilmektedir. Geleneksel plastikler fosil kaynakların islenmesiyle elde edilirken biyoplastiklerin yapıtaşı doğal kaynaklardan, biyopolimerlerden elde edilmektedir. Bu anlamda yağ içeren petrol ürünleri ve geri dönüşümü yüzyıllar süren plastiklerden ayrılmaktadır.

## Biyoplastiklerin Plastiklere Olan Üstünlükleri:

- Kolay bozunmaları,
- Petrol gibi fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaları sonucu insan sağlığı açısından daha sağlıklı olması,
- Üretimlerinde daha az enerjiye ihtiyaç duymaları,
- Yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeleridir.



Biyoplastikler günümüz dünyasında yeni bir gelişme olarak görülse de aslında 19. yüzyılın başlarında sadece şekerlemelerin kaplanması için kullanılmış fakat biyolojik orijinli olmaları kültür aşamasında ek bir maliyet getirdiğinden o yıllarda çok da önemsenmemiştir. Günümüz biyoplastik üretimi, yıllık büyüme oranı %5 olan geleneksel plastiklerden daha hızlı bir büyüme oranına sahiptir (%30). Pazar araştırmaları üretim miktarının 2013'de 2,33 milyon ton (mt), 2020'de ise 3,45 mt'a erişebileceği yönündedir. Yine biyoplastik üretiminde yıllık ortalama büyüme oranı 2009'dan 2013 yılına %37, 2013'den 2020 yılına kadar %6

olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte biyoplastiklerin dünya çapında üretim miktarı 2011 yılı itibarıyla 1,168 mt ve tüketim miktarı 12,3 mt olarak tahmin edilmektedir. Üretim ve tüketim miktarları karşılaştırıldığında üretimin talebi karşılayamadığı ve halen emekleme aşamasında olduğu söylenebilir. Ayrıca biyoplastik endüstrisinin 2020 yılına kadar 20 milyar dolar değerinde olabileceği tahminler arasında yer almaktadır. Diğer taraftan biyoplastiklerin en çok kullanıldığı sektörler ambalaj sanayi ve kozmetik, oyuncak gibi sanayilerin yer aldığı tüketici ürünleri segmentidir.[1-3]





## Biyoplastik Hammaddeleri

Amerika Birleşik Devletleri 2002 yılı “Çiftlik Güvenliği ve Kırsal Yatırım Yasası”na göre biyolojik temelli materyallerin kaynakları hem karasal hem de aquatik olmak üzere bitkisel, hayvansal ve bakteriyel kaynaklardır. Biyolojik temelli materyallerden olan biyoplastiklerin tanımlanmasında ‘biyolojik plastik’ ve ‘biyoçözünür’ plastik terimlerinin çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanıldığını fakat bunun yanlış olduğunu bildirmektedirler. Onlara göre plastik doğadan türetilen bir biyopolimer veya doğaya geri dönebilen bir polimerken, bir biyoplastik biyolojik kökenli ve/veya biyoçözünür olabilir. Dolayısıyla biyoplastikler, tamamen yenilenebilir biyolojik kaynaklardan, biyo-çözünür fosil kaynaklı polimerlerden veya her ikisinin karışımından elde edilebilirler. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoplastikler nişasta (genellikle mısır, patates, arpa, buğday, pirinç, manyok ve sorgumdan elde edilir), selüloz (genellikle odundan elde edilir), lignin, protein (buğday gluteni, albümin) ve yağ gibi bitkisel hammaddelerden sentezlenmektedir. Bu hammaddeler içerisinde özellikle nişasta %80 pazar payı ile sektörde lider konumundadır. Tekrarlanan glikoz birimlerinden oluşan nişasta da selüloz gibi polisakkarit ailesinin bir üyesi. Biyoplastik üretiminde polimer olarak kullanılan nişasta; mısır koçanı, muz kabuğu, patates, arpa, buğday, pirinç gibi besin maddelerinden alınan bir hammaddedir. Sebzelerde, örneğin patatesten ve mısırdan kristaller halinde bulunan nişasta, suda kolaylıkla çözünmesi nedeniyle plastik malzeme üretiminde doğrudan

kullanılmıyor. Ancak termoplastik nişasta’ olarak adlandırılan bir ürün haline getirildikten sonra plastik olarak kullanımı mümkün. Bu amaçla nişasta polietilen, polipropilen ve polistiren gibi bozunmayan sentetik polimerlerle ya da polivinil alkol, polikaprolakton gibi biyobozunur sentetik polimerlerle harmanlanır ve ardından ısı yolla işlenip istenilen şekilde bir plastik malzemeye dönüştürebilir. Polimerlere nişasta eklenmesinin nedeni, doğadaki bazı mikroorganizmaların bir glikoz polimeri olan nişastayı besin maddesi olarak kullanması ve plastik içindeki nişastaya ulaşabilmek için enzimler salgılayarak plastiği parçalamalarıdır. Böylelikle plastik malzeme doğada parçalanabilen bir ürün haline gelir. Ticari ölçekli üretilen nişasta katkılı polimerler her çeşit plastik işleme makinası ile işlenerek, bir kez kullanılıp atılan ürünler imal edilebiliyor. Çevre kirliliğinin önlenmesini amaçlayan kanunların ve yönetmeliklerin yürürlüğe girmesiyle bu ürünlerin pazar payının daha da artacağı düşünülüyor. Bu grubun en yaygın örnekleri polilaktik asit (PLA) ve polihidroksialkonatlardır (PHAs). Bununla birlikte son zamanlarda gelişen teknolojiyle birlikte naylon, polietilen (PE) ve polipropilen (PP) gibi konvansiyonel polimerler de biyolojik olarak sentezlenmeye başlanmıştır. Bir diğer konvansiyonel polimer olan polibütilen süksinat (PBS)’ın hammaddesi petrol olmasına rağmen son zamanlarda Nature Works ve BioAmber şirketlerinin ortak bir girişimiyle bu polimerin yenilenebilir suksinit asitten üretileceği bildirilmiştir. Yenilenebilir



polimerlerin biyo-çözünürlüğü aynı zamanda onların kimyasal yapılarına da bağlıdır. Örneğin; PLA ve PHA

## Polilaktik Asit(PLA)

Günümüzde ticari olarak en yüksek kapasitede üretilen biyo kökenli polimer laktik asit monomerlerinin polimerleştirilmesiyle üretilen polilaktik asittir (PLA). Laktik asit ilk kez sütte bulunduğu için süt asidi olarak bilinir ve çeşitli şeker kaynaklarından elde edilen glikozun fermentasyonu ile üretilir. Günümüzde PLA üretiminin önde gelen şirketleri mısır,şeker kamışı ve patates nişastasını şeker kaynağı olarak kullanıyor. Gelecekte ise PLA üretimi için selülozik biyokütlenin kullanılması hedefleniyor. Fermantasyon işleminde şekerdeki glikoz, 'lactobacillus' olarak adlandırılan bakteriler tarafından laktik aside dönüştürülüyor. Uygun lactobacillus bakterileri kullanılarak laktik asidin izomerleri yani L (+) veya D (-) laktik asit üretilabiliyor. L-laktik asidin polimerizasyonu poliL-laktik asit (PLLA) olarak adlandırılan ürünü oluştururken, D-laktik asidin polimerizasyonu

biyo-çözünür özelliğe sahipken, PP ve PE böyle bir özelliğe sahip değildir.[1]

poliD-laktik asit (PDLA) üretiliyor. Ancak piyasadaki ticari PLA'nın büyük kısmı, %95'den çoğu L-laktik asitten, %5'den azı ise D-laktik asitten oluşan bir karışım ve tekstil uygulamalarında kullanılıyor. PLA ısıl direncinin düşük olması nedeniyle yüksek sıcaklık gerektiren uygulamalarda kullanılamıyor. Son zamanlarda gündeme gelen ısıl direnci yüksek PLA'nın üretimi 'sterokompleks teknolojisi' ile yapılıyor. PLLA ve PDLA arasında sterokompleks oluşumu, L-laktid ve D-laktid monomerleri bir aradayken, genellikle bir katalizör varlığında polimerleşme tepkimesiyle gerçekleşir. PLA'nın yaygın kullanım alanları; paketlenme(şişeler, gıda ambalaj malzemeleri, bardaklar ve saklama kapları), tekstil(giyim, mobilya tekstili) ve bebek bezleri olarak sıralanabilir. Isıl dayanımı yüksek PLA iplikler otomobil tekstillerinde, PLA köpükler ise yalıtım malzemesi olarak kullanılıyor.[1]

## Biyo-Kökenli Polietilen (PE)

Biyo-kökenli polietilen (PE), biyo-kökenli etilenden üretilir. Etilen iki karbon ve dört hidrojen atomundan oluşmuş ve doymamış, yani karbonatomları arasında çift bağ bulunduran bir hidrokarbondur( $C_2H_4$ ). Doğadaki pek çok bitki meyvesi olgunlaştığında etilen üretir. Endüstriyel olarak biyo-kökenli etilen ise etanolden ( $C_2H_5OH$ ) kimyasal olarak suyun uzaklaştırılması ile üretilir. Biyo-kökenli PE'nin ticari pazara girişi yeni değil. 1970'lerde Hindistan etanolün küçük bir kısmını etilen üretiminde kullanmış. Fakat 1990'ların başında düşük petrol fiyatları nedeni ile biyo-kökenli etilen üretimini durdurmuş. Ancak küresel ısınma, sınırlı fosil yakıtlar ve 2009'daki ekonomik krize bağlı olarak artan petrol fiyatları nedeniyle, biyo-kökenli PE tekrar ilgi çekici hale gelmiş. Günümüzde biyo-kökenli PE, en fazla miktarda

şeker kamışından elde edilen etanolden üretiliyor. Hasat edilen şeker kamışı yıkanıyor, ince parçalara ayrılıyor ve değirmenlerde öğütüldükten sonra esas ürün olarak şeker kamışı suyu, atık ürün olarak ise şeker kamışı küspesi elde ediliyor. Şeker kamışı suyu oksijensiz ortam koşullarında fermente edilerek etanole dönüşüyor. Etanol damıtma işlemiyle(distile edilerek) saflaştırılıyor ve 300-6000°C sıcaklık aralığında, katalizör varlığında etanolden suyun uzaklaştırılmasıyla etilen üretiliyor. Etilen kimya endüstrisinin temel girdisidir. PE ise etilenden elde edilen en önemli ürün ve plastik ham maddesidir. Biyo-kökenli PE de petrokimyasal PE gibi gıda ambalajları, kozmetik ve kişisel bakım ürünleri, otomobil aksesuarları ve oyuncaklar olmak üzere pek çok uygulamada kullanılıyor.[3]

## Polihidroksialkonatlar(PHA)

Doğada çeşitli mikroorganizmalardan elde edilen özel bir polyester grubu vardır. Polihidroksi alkonatlar (PHA) olarak adlandırılan bu polimerler, uygun koşullar sağlandığında doğal ya da rekombinant mikroorganizmalar tarafından üretiliyor ve hücre içinde rezerv karbon kaynağı olarak depolanıyorlar. PHA'lar ilk olarak Bacillus megaterium, Azotobacter beijerinckii ve Pseudomonas resinovorans bakterilerinden elde edilmiştir. Bunun haricinde Ascophyllum, Porphyra ve Palmaria cinsi alglerde de

bu polimerlerin yüksek oranda bulunduğu yapılan çalışmalarda mevcuttur. Uygun plastik işleme teknikleriyle istenilen şekle dönüştürülebiliyor ya da film şeklinde ve kaplama amaçlı olarak kullanılabilirler. Bu polimerler uzun süreli ilaç salım sistemleri ve ortopedik kullanımlar gibi çeşitli tıbbi uygulamalarda da tercih ediliyor. PHA'lar ticari plastiklerden farklı olarak, yenilenebilir kaynaklardan da üretiliyor.



Örneğin bitkilerden (çoğunlukla mısırdan) elde edilen şekerin mayalanmasıyla üretim gerçekleşiyor. PHA'lar çok çeşitli mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir ya da sulu ortamda yapılarındaki ester bağlarının hidrolizi sonucunda bozunabilirler. PHA'lar yıllardır fermentasyonla endüstriyel ölçekte üretiliyor. Ticari olarak kozmetik ürün şişelerinde, kâğıt kaplamalarda ve tıbbi implantlarda kullanılıyorlar. Ancak satış fiyatlarının petrol temelli sentetik polimerlerden çok Toprak bakterilerinden doğal olarak üretilen PHA, toprağa maruz kaldığında bozunur. PHA, biyolojik olarak bozunmasına rağmen neme dirençlidir ve normal saklama koşullarında ve kullanım süresince kararlıdır. Biyobozunurluk ortam koşullarına (mikrobiyal etkinlik, sıcaklık, pH gibi) ve malzeme özelliklerine (kristallik, molekül ağırlığı, yüzey alanı gibi) bağlıdır. Biyolojik bozunma, mikroorganizmaların plastik yüzeyinde

## Diğer Hammaddeler

Petrol türevli biyoplastikler, polikaprolakton (PCL) ve polibütülen adipat tereftalat (PBAT) gibi sentezlerinde petrol türevli monomerlerin kullanıldığı biyo-çözünür polimerlerdir. Bu nedenle bu polimerler ancak kullanım sürelerinin sonunda bozunmaya uğrarlar ki bu da çok uzun bir zaman alabilir. Biyolojik-petrol karışımı biyoplastikler,

büyümeye başlaması ve salgıladıkları enzimlerle polimeri "hidroksi asit" olarak adlandırılan yapılara parçalamasıyla başlar. Daha sonra bu hidroksi asitler mikroorganizmalar tarafından karbon kaynağı olarak kullanılır. Bozunma ürünleri aerobik (oksijenli) ortamda karbondioksit ve su, anaerobik (oksijensiz) ortamda ise karbondioksit ve metandır. Biyobozunmanın en hızlı, nem oranının % 55, sıcaklığın ise 60°C olduğu ortamlarda gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu koşullarda 7 haftada malzemenin % 85'i yok olur. PHA'nın biyobozunması çeşitli sulu ortamlarda da incelenmiş. İsviçre'deki Lugano Gölü'nde yapılan deneylerde PHA bazlı plastik şişeler ve ambalaj filmleri belli derinliklere yerleştirilmiş. Plastik şişelerin parçalanması 5-10 yıl sürerken, PHA filmler 60°C'ı geçmeyen sıcaklıkta ve yüzeyden 20 cm derinlikte 254 günde tamamen bozunmuştur.[3]

politrimetilen tereftalat (PTT), biyotermoset, bionaylon gibi biyolojik ve fosil kökenli kaynakların kombinasyonu ile elde edilen polimerlerdir. Örneğin PTT, biyolojik tabanlı 1,3-propanediol ve petrol türevli tereftalik asitin birleştirilmesi ile üretilmektedir.[4,5]

## Biyoplastik Üretiminde Algal Kaynaklar

Algler organik karbon bileşiklerinin major primer üreticisi olup, güneş enerjisinin biyomasa dönüştürülmesinde en etkili ve en ekonomik fotosentetik sucul canlılardır. Latince "deniz otu" anlamına gelen ve "su yosunları" olarak da adlandırılan algler, birçok sucul canlıının besin kaynağını oluşturmalarının yanında tüm dünyanın ihtiyacı olan fotosentetik karbon ihtiyacının üçte ikisini üretmeleri ve tüm ekosistemin bütünlüğünün korunması açısından oldukça önemlidirler. Toplam 221 alg türü ticari olarak 35 ülkede gıda, biyoteknoloji, enerji, kimya sanayi gibi pek çok alanda ve farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Alglerin özellikle endüstriyel amaçlı kullanımları mikro ve makro algler düzeyinde farklılıklar göstermektedir. Mikroalglerin üretimlerinde (bakteriyel kaynaklarda olduğu gibi) kontaminasyon riski ve hasatlarında yaşanan zorluklar nedeniyle üretimde hammadde olarak daha çok denizel makroalgler (Porphyra, Laminaria, Gracilaria gibi) tercih edilmektedir. Alglerin besinsel analizleri incelendiğinde karbonhidrat, protein, lipid, yağ asitleri, gliserol, doğal pigmentler (beta-karoten, astaksantin, ksantofil, fikobilin) ve canlılar için gerekli olan amino asitlerce çok zengin oldukları,

ayrıca mineral, vitamin, polisakkaritler ve polifenoller gibi antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliğe sahip biyoaktif maddeler içerdikleri tespit edilmiştir. Ancak alglerin esas kısmını polisakkaritler oluşturmaktadır. Örneğin; kırmızı alglerden Porphyridium cruentum (Rhodophyta) zengin bir polisakkarit kaynağı olup, hücreleri yüksek düzeyde sülfatlı şekerler üretmektedir. Bu özellikleriyle algler, doğal polisakkaritlerin veya karbon içeren şekerlerden elde edilen polimerlerin en iyi hammaddesi olduklarından, biyoplastik üretiminde yenilenebilir bir biyomas kaynağı olarak oldukça yüksek bir potansiyele sahiptirler.[1]





## Kaynaklar

- [1] Özdemir N., Erkmen J. 2013. "Yenilenebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı", The Black Sea Journal of Sciences, 3(8), 89-104
- [2] Arıkan A. 2009. "Polimer Bilimi ve Teknolojisi", Ambalaj Bülteni, 26-32.
- [3] Gümüşderdioğlu M. 2012. "Biyoplastikler", Bilim ve Teknik, 76-79.
- [4] Shen, L., Worrell, E., Patel, M., "Present and Future Development in Plastics from Biomass", Biofuels, Bioproducts, Biorefining, Sayı 4, s. 25-40, 2010.
- [5] Gümüşderelioğlu, M., Kesgin, D., "Çevreyle Dost Polimerler", Bilim ve Teknik, Sayı 438, s. 82-84, 2004.



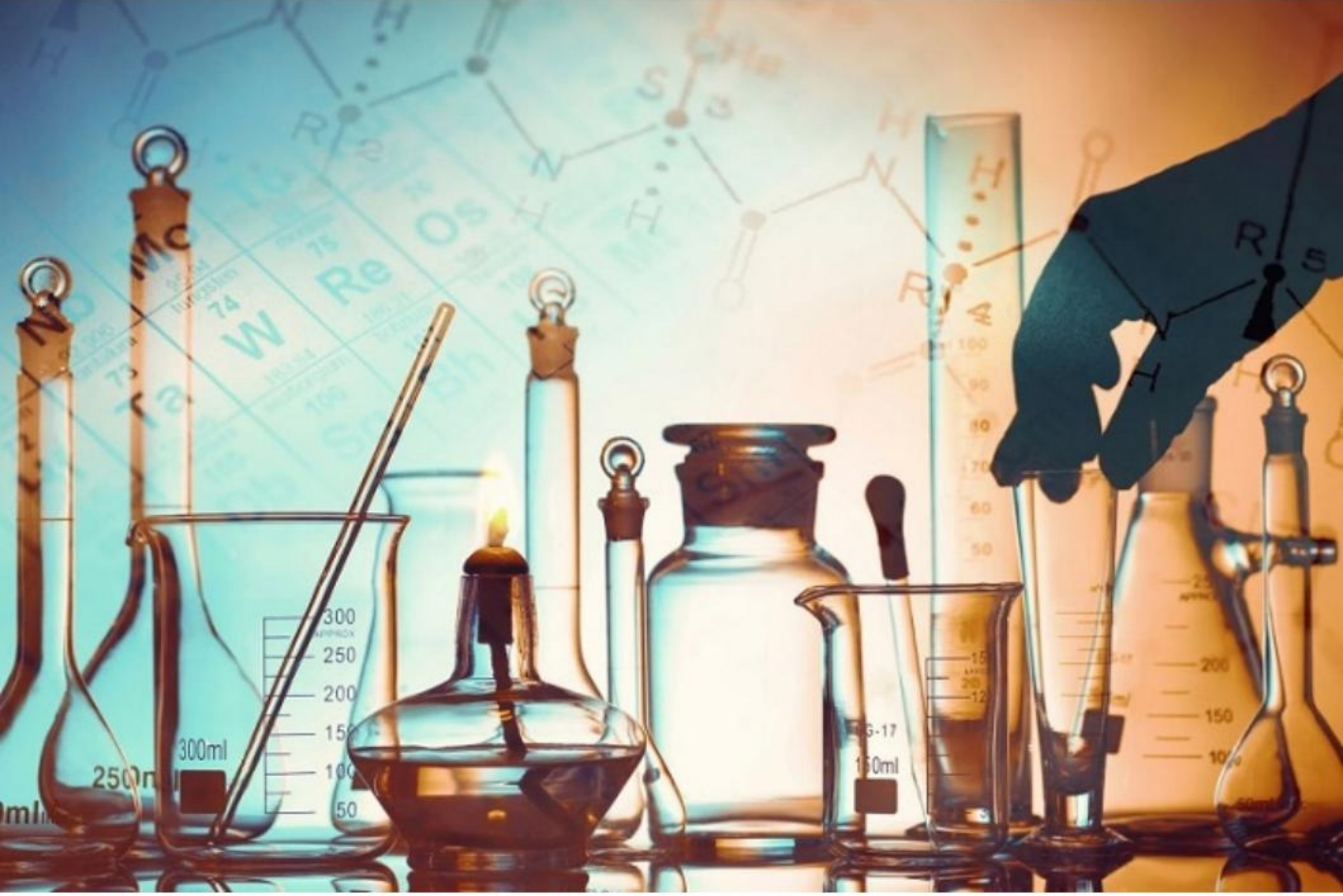
Erdi Gülşen

Kimyager (Yüksek Lisans Öğrencisi)

erdigulsen@gmail.com



# BOR MADENİ KATMA DEĞERİ YÜKSEK ÜRÜN HALİNE GELECEK



Üretilen pas önleyici çözeltiyle bor madenini katma değeri yüksek bir ürün haline getirmeyi hedefleyen Düzce Üniversitesi'nde görevli uzmanlar, hazırladıkları 50'nin üzerinde bileşikten paslanmaya karşı yüksek etki gösteren 4 çözeltinin patentini aldı.

TÜBİTAK'ın desteklediği proje kapsamında çalışmalar yürüten Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBİT)'de görevli akademisyen ve araştırmacılar, 3 sene önce başlanan proje dahilinde geliştirilen ve bor madeninden elde edilen 50'nin üzerinde pas önleyici bileşikten 4 tanesinin patenti alındı. KOSGEB'in teşvikleriyle Teknopark bünyesinde kurulan şirketle

bor madeninin ülke ekonomisine kazandırılmasını hedefleyen bilim insanları, sanayinin kullanımına hazır hale gelen ürünü piyasaya sürmek için çalışıyor.

Çalışma ekibinin başkanlığını üstlenen DÜBİT Müdürü Prof. Dr. Halil İbrahim Uğraş, ülkenin en önemli madenlerinden biri olan bor ile çalışmalar yaptıklarını dile getirdi. Dünyadaki bor madeninin yüzde 65'lik bölümünün Türkiye'de bulunduğu dikkat çeken Uğraş, bu madeni katma değerli ürün haline getirmekte sorun yaşadıklarını anlattı. Bu konuda yürütülen çalışmalardan cevap almaya başladıklarını dile getiren Uğraş, bor madeniyle korozyon çalışmaları yaptıklarını ifade etti. Proje kapsamında



50'nin üzerinde bileşik sentezlediklerine işaret eden Uğraş, bu bileşiklerden 6 tanesine korozyona yönelik yüksek etki göstermesi nedeniyle patent

başvurusu yaptıklarını bildirdi. Uğraş, bu patent başvurularından 4 tanesinin tamamlandığını, kalan 2 tanesinin ise dosya işlemlerinin devam ettiğini anlattı.

## Ekonomik Kayıpların Önüne Geçilecek

DÜBİT Müdür Yardımcısı Doç. Dr. Hüsnü Gergenli, bor madeninin 4 bin senedir uygarlıklar tarafından bilinen bir element olduğunu belirterek, cam, kozmetik, zırhlı araç yapımı gibi birçok sektörde kullanıldığını dile getirdi. Bor kullanımı yönünden Türkiye'de yeterince kullanılmadığını aktaran Gergenli, TÜBİTAK tarafından desteklenen bu

projenin ülkede bor kullanımı açısından çok önemli bir proje olduğuna dikkat çekti. Gergenli, bu çalışmalar sonucunda bulunan korozyon önleyici inhibitörle gayrisafi milli hasılanın yüzde 3.5'luk bölümüne eş değer olan ekonomik kaybın önleneceğine işaret etti.



# POLİMERİK MALZEMELER

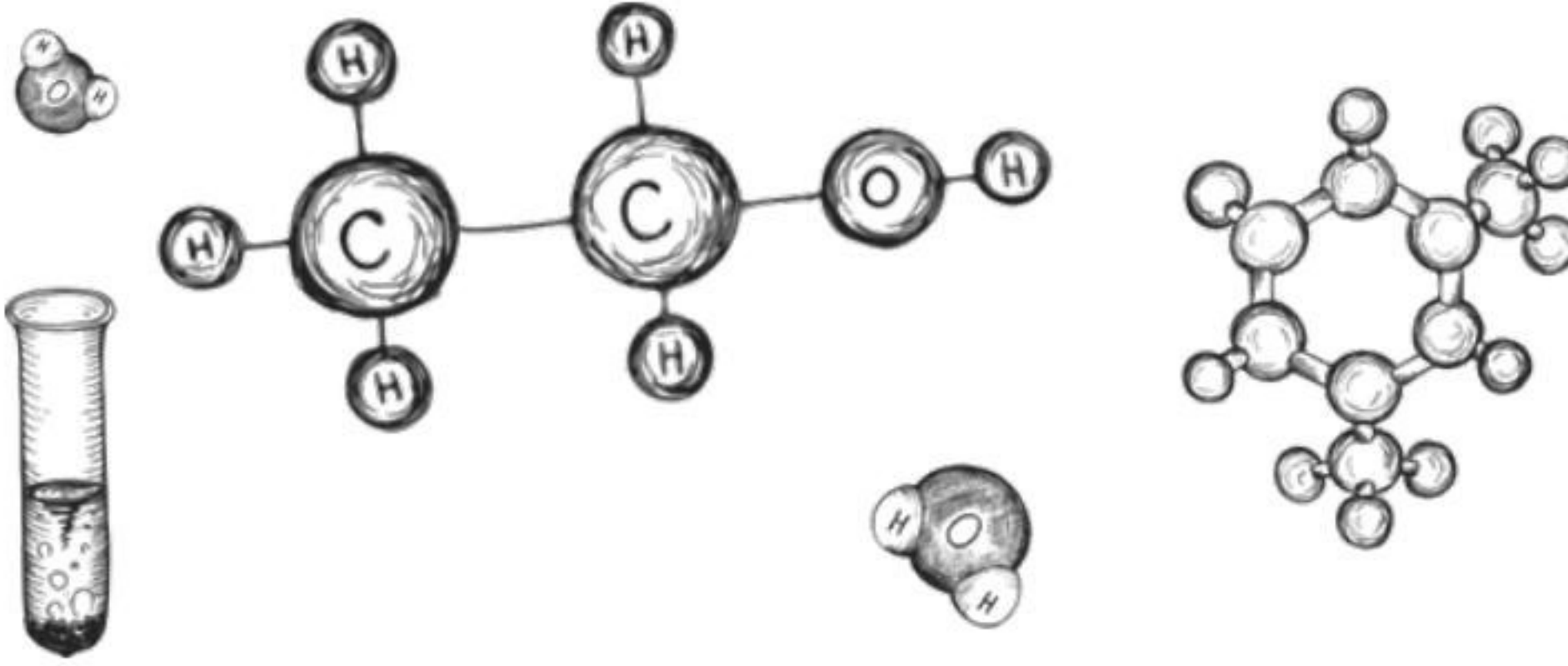
## Polimer Nedir?

Polimerler; uzun, tekrarlanan molekül zincirlerinden yapılmış malzemelerdir. Malzemeler, bağlı oldukları moleküllerin türüne ve nasıl bağlandıklarına bağlı olarak eşsiz özelliklere sahiptir. Kauçuk ve poliester gibi bazı polimerler bükülür ve gerilir. Epoksi ve cam gibi diğerleri ise sert ve dayanıklıdır.

Polimerler, modern hayatın neredeyse her yerinde karşımıza çıkar. Çoğu insan; son beş dakikadır –su

şişesinden,küçük aletlere,lastiklere kadar- en az bir polimer içeren ürün ile temas halindedir.

Polimer terimi, çoğunlukla, sentetik polimer olan plastiği tanımlamak için kullanılır. Ayrıca, kauçuk ve ahşap gibi doğal polimerler de mevcuttur. Brittanica Ansiklopedisine göre; doğal polimerler basit bir hidrokarbon, izopren içerir. Proteinler, amino asitlerden oluşan doğal polimerlerdir ve nükleik asitler (DNA ve RNA), örneğin nitrojen (azot) içeren bazlar, şekerler ve fosforik asitten oluşan, kompleks moleküller olan nükleotitlerin polimerleridir. [1]



## Polimerlerin Sınıflandırılması

Polimer, yüksek molekül ağırlıklı çok sayıda malzemeye verilen genel bir isimdir. Bu malzemeler sayısız formda ve miktarda bulunur, çünkü moleküllerinde çok sayıda atom türü vardır. Polimer; farklı kimyasal yapı, fiziksel özellik, mekanik davranış, termal karakter vb. özelliklere sahip olabilir ve bu özelliklere dayanarak polimerler farklı şekillerde sınıflandırılabilir.

Genel bir sınıflandırma yapmak gerekirse;

### 1. Kaynağına Göre

a) Doğal Polimerler; Çoğunlukla bitkiler ve hayvansal kaynaklardan, doğada bulunan polimerler “doğal polimerler” olarak adlandırılır. Örneğin; polisakkaritler, proteinler, nükleik asitler, doğal kauçuk, ipek, yün, selüloz, nişasta, vb.

Polisakkaritler, nükleik asitler, proteinler vb. gibi bitkiler ve hayvanlardaki çeşitli yaşam süreçlerini kontrol eden polimere “biyopolimerler” denir.

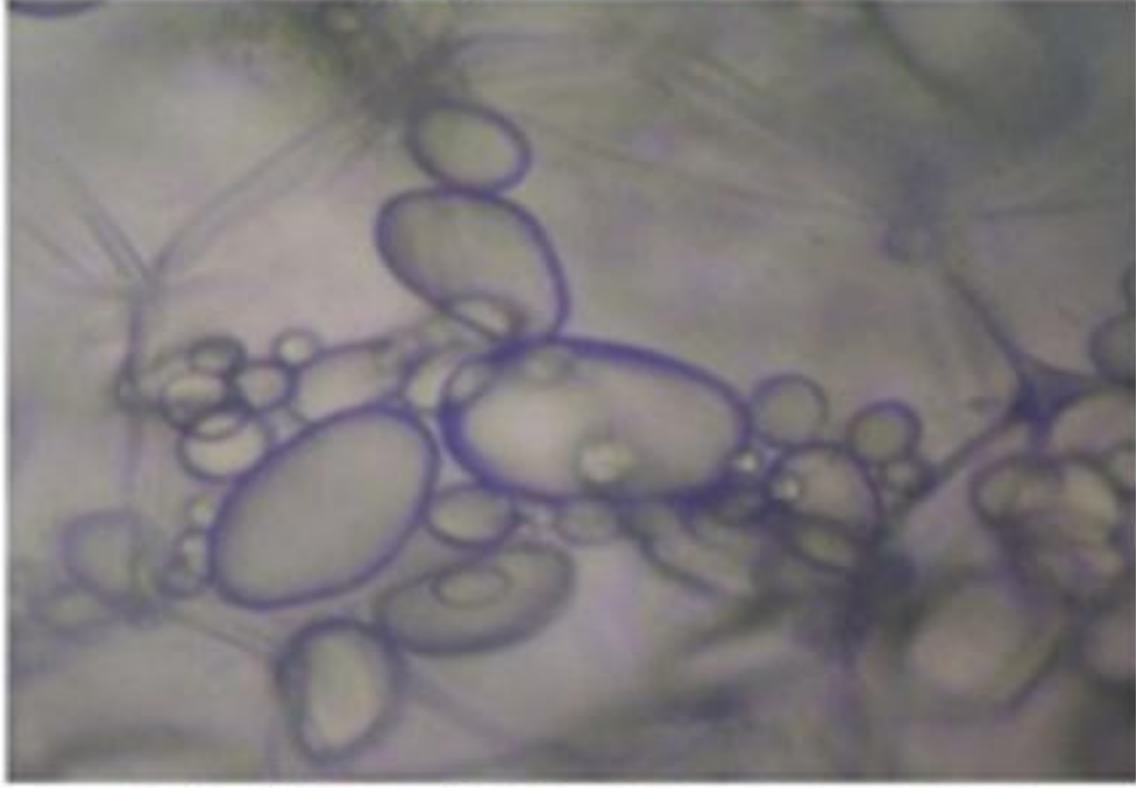




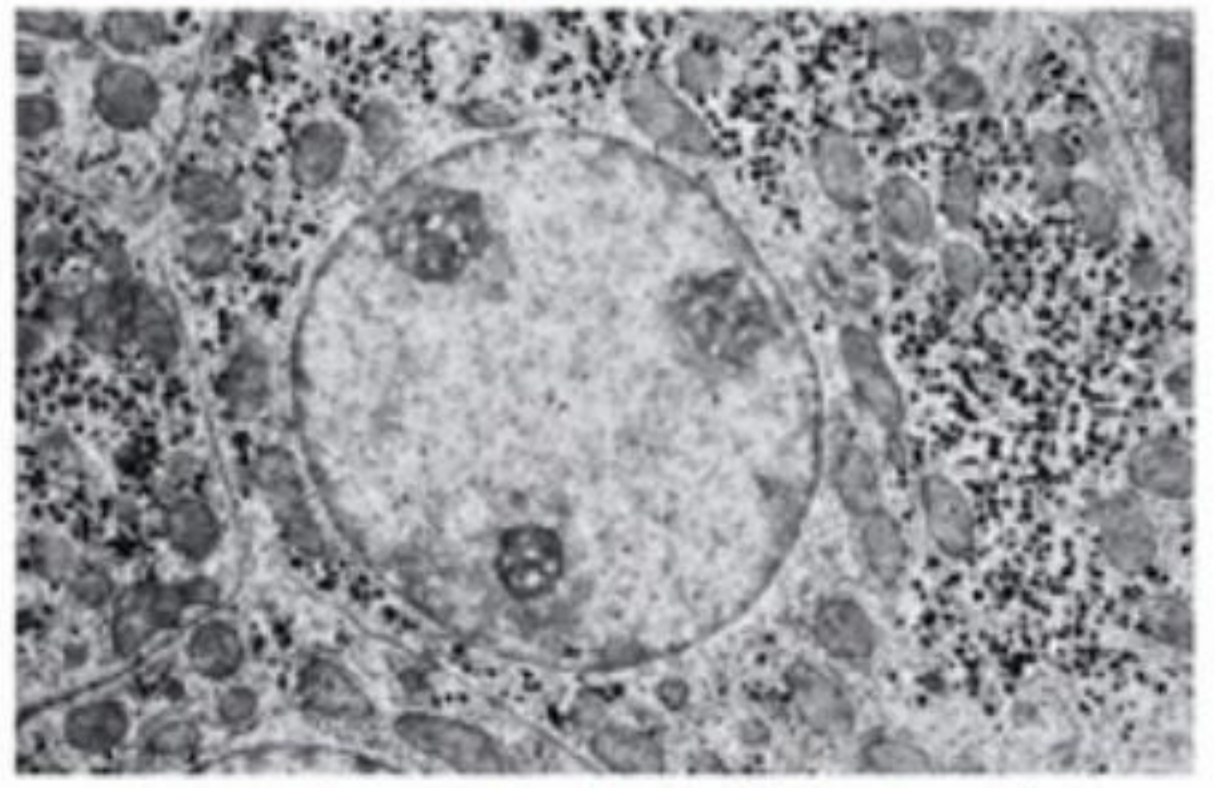
Yapısal polisakkarit selüloz



Yapısal polisakkarit kitin

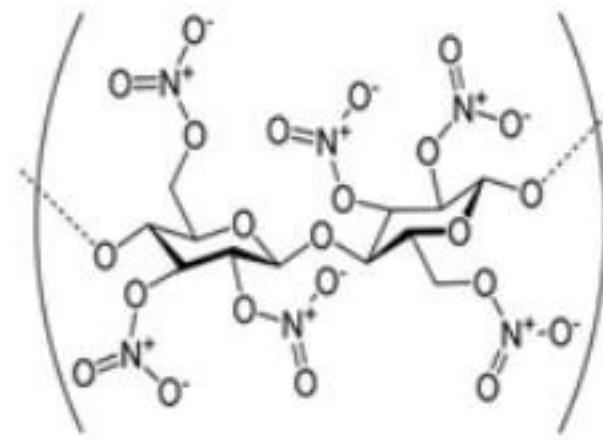


Bitkisel depo polisakkariti nişasta tanecikleri

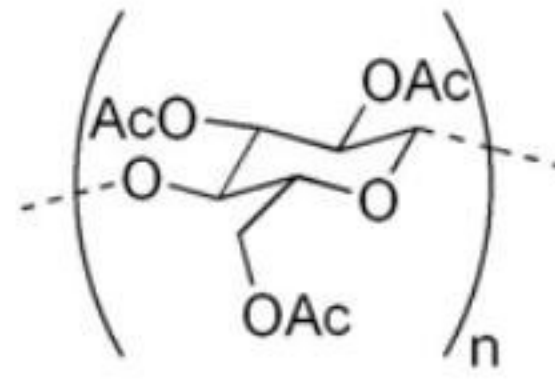


Hayvansal depo polisakkariti glikojen tanecikleri

b) Yarı Sentetik Polimerler; Bunlar çoğunlukla doğal olarak oluşan polimerlere kimyasal modifikasyonlar yapılarak türetilir. Örneğin; selüloz nitrat, selüloz diasetat, vb. Selüloz diasetat, iplik, film, cam vb. yapımında kullanılır.

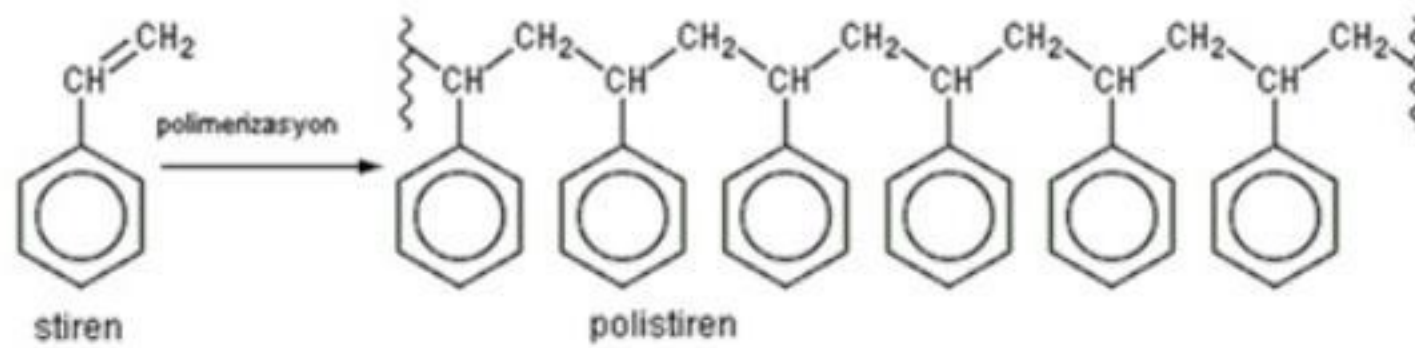


Cellulose nitrate



Cellulose acetate

c) Sentetik Polimerler; Laboratuarda hazırlanan polimerler "sentetik polimerler" veya "insan-yapımı polimerler" olarak adlandırılır. Bazı sentetik polimer örnekleri; polietilen, polistiren, sentetik kauçuk, naylon, PVC, bakalit, teflon, vb.





## 2. Molekül Kuvvetlerine Göre

a) Termoplastikler; Bu polimerler, moleküller arası kuvvetlerde elastomer ve lif polimerleri arasındadır. Isıtıldıklarında yumuşar, soğutulduklarında ise sertleşirler. Çapraz bağ bulundurmazlar. Isıyla kolaylıkla şekil değiştirirler. Örneğin; polietilen, polistiren, PVC, vb.



b) Termosetler; Bu polimerler, düşük molekül ağırlıklı, yarı akışkan maddelerden üretilir. Termoplastikler gibi ısıyla şekil değiştirmezler. Isıtıldıklarında sertleşir ve ergimezler, çünkü bu polimerler çapraz bağ içerir. Örneğin; bakalit, melamin formaldehit, reçine, vb.

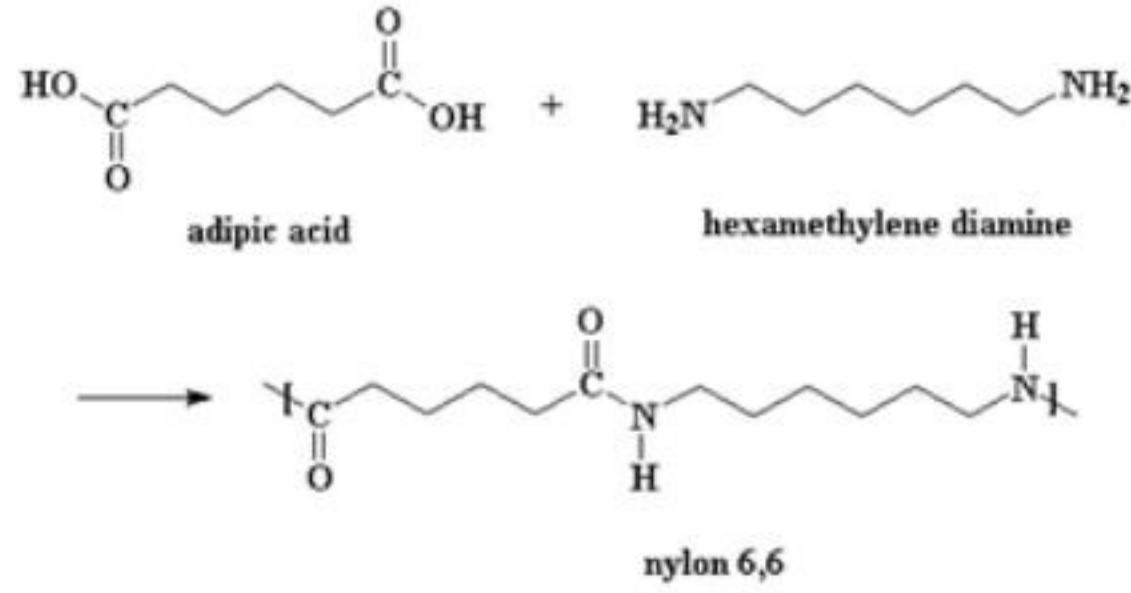


c) Elastomerler; Kauçuk gibi, elastik karaktere sahip polimerler “elastomerler” olarak adlandırılır. Elastomerlerde, plastik zincirleri zayıf moleküller arası kuvvetlerle bir arada tutulur. Zayıf kuvvetler nedeniyle, polimerler, küçük stres uygulayarak kolaylıkla gerilebilir ve stres kaldırıldığında orijinal şekline geri döner. Örneğin; vulkanize kauçuk.



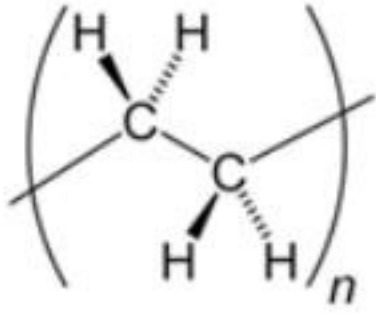


d) Lifler; Bu polimerler, zincirler arasında güçlü moleküller arası kuvvetlere sahiptir. Bu kuvvetler, hidrojen bağları veya dipol-dipol etkileşimleridir. Bu güçlü kuvvetlerden dolayı, zincirler sıkı bir şekilde doludur ve yüksek gerilme mukavemeti ve daha az elastikiyet kazandırır. Dolayısıyla lifler, yüksek erime noktasına sahiptir. Örneğin; naylon 66, dakron (sentetik poliester), ipek, vb.

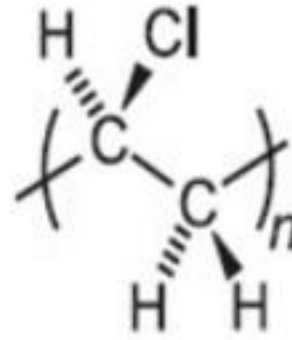


### 3. Monomere Göre

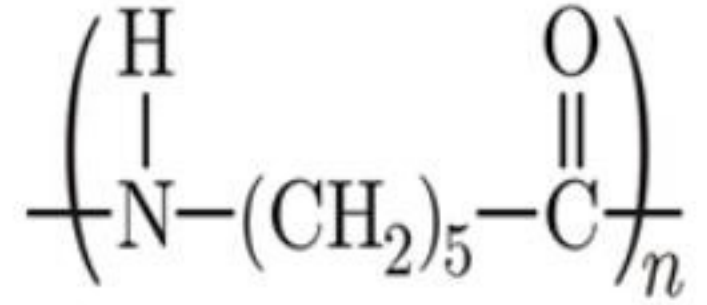
a) Homopolimerler; Bir polimer, eş monomerlerden oluşuyorsa, "homopolimer" olarak adlandırılır. Örneğin;



POLİETİLEN

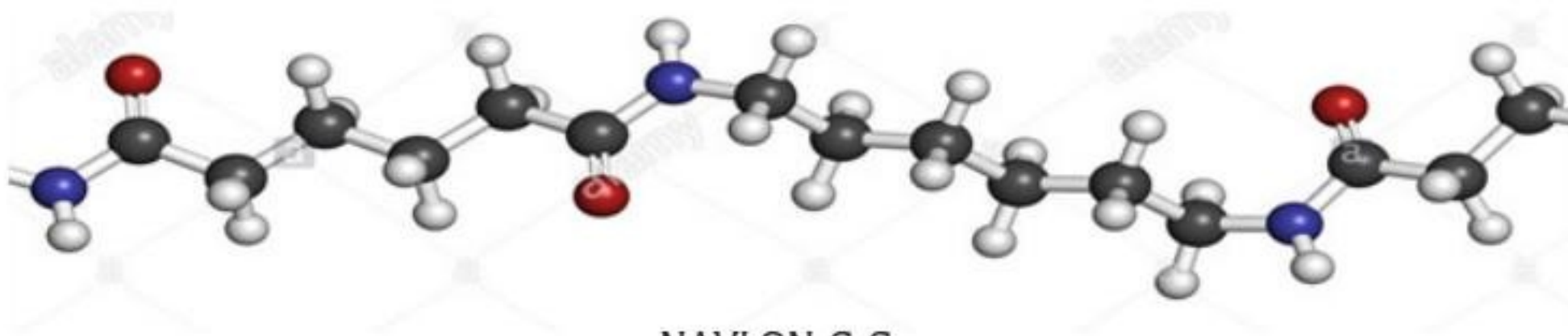


PVC



NAYLON 6

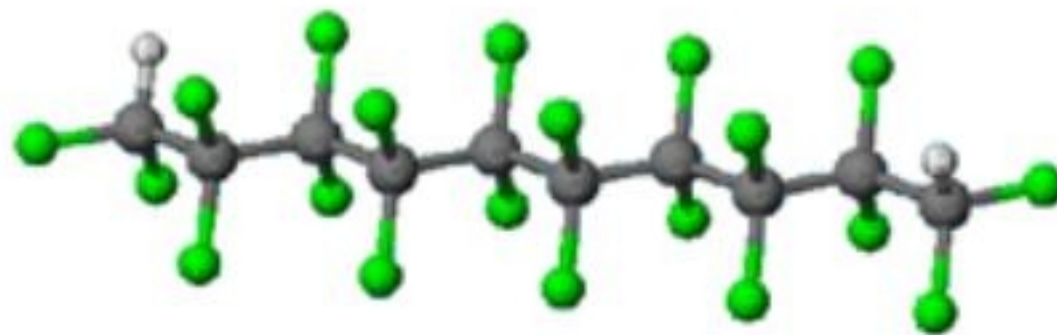
b) Kopolimerler; Bir polimer, farklı kimyasal yapıda monomerlerden oluşuyorsa, "kopolimer" olarak adlandırılır. Örneğin;



NAYLON 6,6

### 4. Oluşum Biçimine Göre

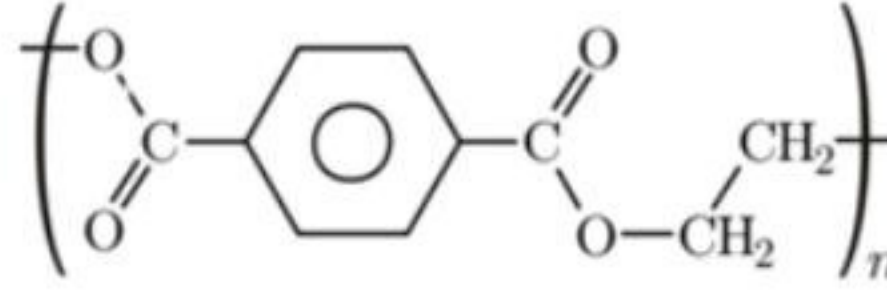
a) İlave Polimerler; Monomerlerin, ürünlerden ayrılmadan, tekrar tekrar ilave edilmesiyle oluşturulan polimerler "ilave polimerler" olarak adlandırılır. Bu polimerler, moleküllerin tüm atomlarını içerir, dolayısıyla molekül ağırlığı, monomerin çoklu bir katıdır. Örneğin; teflon, polietilen, polipropilen, PVC.



Teflon,  $-(\text{CF}_2\text{CF}_2)-$



b) Kondenzasyon Polimerleri;  $H_2O$ , alkol veya  $NH_3$  gibi küçük moleküllerin uzaklaştırılmasıyla, iki monomerin kombinasyonu ile oluşurlar. Molekül ağırlıkları, monomerin çoklu bir katı değildir. Örneğin; naylon, PET



PET

## 5. Yapısına Göre

a) Lineer Polimerler; Bu polimerlerde, monomerler birbirleri ile bağlıdır ve uzun, düz bir zincir oluşturur. Bu zincirler, yan zincirlere sahip değildir. Molekülleri sıkıca doludur ve yüksek yoğunluğa, gerilme direncine ve erime noktasına sahiptir. Örneğin; yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) , naylon



b) Dallanmış Polimerler; Farklı yan zincirli, düz, uzun bir zincire sahiptirler. Molekülleri düzensiz bir şekilde doludur dolayısıyla düşük yoğunluğa, gerilme direncine ve erime noktasına sahiptir. Örneğin; düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)



c) Bu monomerik birimler, 3D ağı oluşturacak şekilde birbirine bağlanır. Bu bağlar, “çapraz bağ” olarak adlandırılır. Ağ yapıları nedeniyle; sert, katı ve kırılğandırılar. Örneğin; bakalit, melamin, formaldehit reçineleri, vulkanize kauçuk. [2]



## İLERİ TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Polimerik malzemelerin birçok durumda, özellikleri ve kullanımı son zamanlarda keşfedilmiştir. Genel olarak sınıflandırılırsa;

1. Sağlık, tıp ve biyoteknoloji,
  2. Bilgi ve iletişim,
- olarak ikiye ayrılır.



## 1. Sağlık, Tıp ve Biyoteknoloji

Polimerler, biyolojik süreçlerin her alanında büyük rol oynamaktadır. En basite indirgersek, canlı sistemlerin büyümesi ve sağlığı için gerekli olarak genetik miras alınan bilgiler, DNA'da kodlanır. DNA, helis çift oluşturan bir polimerdir.

### UYGULAMALARI

- Bandajlar ve sargılar
- Diş, protez ve protez bazları, dolguların kalıp ve görüntüleri
- Yapay kornea
- Sert ve yumuşak lensler
- Ortopedik implantlar
- Yapay organlar
- Şırıngalar
- Kan torbaları

## 2. Bilgi ve İletişim

Geçtiğimiz yarım yüzyılda elektronik ve iletişimde büyük bir patlama görüldü. Bu teknolojiler; süpermarket tarayıcıları, faks makineleri, kelime işlemcileri, ATM'ler vb. gibi modern yaşamın birçok "temel" özelliği olarak bolca görülmektedir. Yüksek performansları, üretim esnekliği, kalitesi ve düşük maliyeti sebebiyle, polimerler ana faktördür.

### UYGULAMALARI

- Polimer sensörleri
- Kompakt disk teknolojisi
- Polimerik ışık yayan diyotlar
- Elektrofotografi [3]

### Kaynaklar

[1] <https://www.livescience.com>

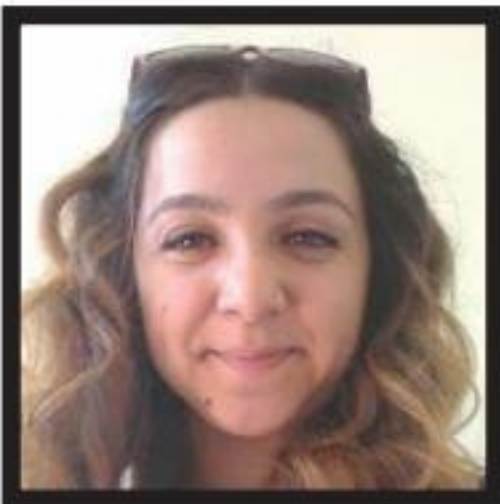
[2] <https://tr.scribd.com>

<http://chemistry.fellowtuts.com>

<https://www.slideshare.net>

<http://www.chemistry-assignment.com>

[3] <https://www.nap.edu>



Dilara Akman

Polimer Mühendisi (Lisans Öğrencisi)

dilaraakman.da@gmail.com



# GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ'NDE ÜÇ BOYUTLU BİYOYAZICILARDA YAPAY DERİ ÜRETİLECEK



GEBZE Teknik Üniversitesi'nde üç boyutlu biyoyazıcılarda yapay deri üretilcek. Geliştirilecek deri çipi ile kişisel tıp uygulamalarına olanak sağlanırken, deneylerde hayvan kullanımı da ortadan kalkacak.

Bilim dünyasında henüz yeni olan deri çipi çalışmaları, Türkiye'de ilk defa Gebze Teknik Üniversitesi'nde proje olarak ele alınacak. Gebze Teknik Üniversitesi Biyomühendislik Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Ali Akpek'in, Tübitak destekli 'Çok katmanlı deri dokularının 3D biyoyazıcılar ile üretilmesi, mikroakışkan biyoreaktörler ile

geliştirilmesi, çip üzerine deri uygulamaları için değerlendirilmesi ve biyonik kol uygulamaları için olası kullanımlarının araştırılması' projesi adı altında üniversitenin Biyoyazıcılar ve Organ Çipleri Laboratuvarı'nda yapay deri çalışmaları yapılacak. Çalışmalar sayesinde kozmetik ve sağlık sektöründe birçok soruna çözüm üretilmesi hedefleniyor. Çalışmalarla ilgili konuşan Yrd. Doç. Dr. Ali Akpek, çip ile kişiselleştirilmiş sağlık uygulamaları için önemli bir gelişme sağlanacağını, kozmetik ürün ve ilaç geliştirilmesinde uygulanan hayvan deneylerinin bu sayede ortadan kalkacağını ekledi.

## Hayvan Deneyleri Son Bulacak

Projede geliştirilecek çalışma ile 3D biyoyazıcılarla üretilen çok katmanlı deri dokusunu, deri çipi olarak kullanılarak deriye yönelik ilaç geliştirilmesi sağlanacak, biyonik kollara eklenilerek daha gerçekçi protezler üretilcek. Yrd. Doç. Dr. Ali Akpek, "Kozmetik amaçlı bir ürün üretildiği zaman, hayvan deneyleri kullanılarak ürün geliştiriliyor. Hayvanlara büyük eziyetlere neden olabiliyor. Bizim yapacağımız deri çipi



ile hayvan deneyine gerek kalmadan, sadece bir ip ortamında bir ilaca veya kimyasal ürüne deri ne reaksiyon verecekse deri ipimiz de aynı şekilde reaksiyonu verecek. Bu konu dünyada çok yeni bir konu, 2014 yılında Amerika’da başlatıldı, ilk kez Türkiye’de Gebze Teknik niversitesi’nde bu

## Protezler üzerinde çalışılacak

Derinin vereceği reaksiyonların tümünü elde edebilmek için deriyi tam olarak üretmeleri gerektiğini vurgulayan Yrd. Doç. Dr. Ali Akpek, projenin bir diğer boyutunun ise protezlerde kullanılabilecek bir yapı oluşturmak olduğunu belirterek, şöyle konuştu:

“reteceğimiz deriyi, elektronik kollarda da kullanacağız. Elektromekanik bir sistemin üzerine organik bir kaplama gerçekleştireceğiz, daha gerçek bir yapay kol üretmiş olacağız. Yapay

Çalışmayı uygulayacağız. ip, ilaç etkinliği testlerinin süresini hızlandırıp kısa sürede sonuç alınmasını sağlayacak. iple hastaya göre kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının yapılması daha yaygın ve sonuçlarının alınması hız kazanacak” dedi.

deriler biyoreaktör ortamı dışında uzun sreler hayatta kalamıyor. Bazı mlerle bu süreyi uzatmaya çalışacağız. Protez zerine insanın orta ve uzun vadede kendi hücrelerinden elde edilmiş olan hücrelerini ekleyeceğiz, kendi hücrelerinden oluşturulmuş bir yapay kol üretebileceğiz. Özellikle uzvu olmayan çocuklarda aidiyet hissi oluşturacak, kendisini eksik hissetmesini önleyecek, bu durumdan kaynaklı psikolojik hastalıkların da önüne geçilebilecek.”



# AKILLI İLAÇLAR

## AKILLI İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLERİ VE NANOTEKNOLOJİK İLAÇLAR

Son zamanlarda nanoteknoloji ilaç taşıyıcı sistemleri; gıda endüstrisi, biyosensörler, katalizörler ve gen transferi gibi farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Nanopartiküller, 1 ila 100 nanometre arasında değişen boyuta sahip parçacıklardır ve belli boyut aralığında hacimsel yapılarından farklı olarak olağanüstü özellikler ve işlevler gösterebilirler. Nanopartiküllerin sahip olduğu üstün özelliklerinin öne çıkan nedenleri ise; kuantum boyut etkileri, elektronik yapısının boyut bağımlılığı, yüzey atomlarının benzersiz karakterleri ve yüksek yüzey/hacim oranı olarak söylenebilir.

İlaç yüklü nanopartiküller, ilacın biyoyararlanımını geliştirerek terapötik etkinliğini yararlı bir şekilde artırabilir. Nanoparçacıklara dayanan kontrollü serbest bırakma preparatları sayesinde ilacın hücresel yapılara taşınmasında daha yüksek penetrasyon sağlanır ve böylece hedef bölgeye ilacın yavaş ve kontrollü salınımı gerçekleşir.

## AKILLI İLAÇ TAŞIYICI SİSTEMLER

Akıllı ilaç taşıyıcı sistemler, açık döngü kontrol sistemleri ve kapalı devre kontrol sistemleri olarak iki gruba ayrılmıştır. Açık döngü kontrol sistemlerinde manyetik, termal, ultrasonik ve elektrikli uyaranların varlığında ilaç salımı

### Akıllı Sistem Nedir?

Akıllı bir sistem, çevresel değişikliklere yanıt olarak özelliğini değiştirebilen sistemlerdir. Biyolojik sistemde, her hücre tipi, farklı düzeylerde cevap oluşturabilir, örneğin bağışıklık sisteminin hücreleri, sitokinler olarak bilinen belli kimyasal konsantrasyona bağlı olarak vücutta belirli lokasyonlara göç eder. Benzer şekilde, kan içindeki glikoz miktarı, Langerhans adacıklarındaki beta hücreler tarafından üretilen insülin miktarına göre ayarlanır.

İdeal bir ilaç salım sisteminin, çok fonksiyonlu olması gerekir, ancak burada akıllı sistemin en önemli gereklilikleri şunlardır:

- \* İlaç çözünürlüğünün ve stabilitesinin geliştirilmesi
- \* Dozaj sıklığının yanı sıra dozajın azaltılması

Nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanında elde edilen gelişmelerin ilaç taşıyıcı sistemlerde uygulama potansiyeline sahip olması sonucunda geliştirilen yeni ilaç formülasyonları sayesinde yeni ilaç üretimlerinin geleneksel ilaçların yerini alma süreci hızlanmaktadır.

Nano-biyoteknolojik ilaç salım sistemlerinin geliştirilmesindeki temel amaçları:

- \* Spesifik ilaç hedefleme ve salınımı
- \* Tedavi etkileri korunurken toksisitenin azaltılması
- \* Yüksek güvenilirlik ve biyouyumluluk
- \* Yeni güvenilir ilaçların hızlı gelişimi

Hedefli ve kontrollü salınım amacıyla geliştirilmiş birçok ilaç taşıyıcı sistem türü mevcuttur. Akıllı ilaç taşıyıcı sistemler, ilaç salınım hızı ayarlanabilen bu sistemlerin ana grubudur.

sağlanırken; kapalı devre tipinde pH'ya yanıt veren ilaç salım sistemleri, üre-duyarlı ilaç salım sistemleri, glukoz-duyarlı insülin salım sistemleri gibi moleküler hedefleme ajanları kullanılarak herhangi bir dış müdahale olmaksızın salınım oranı kontrol edilir.

- \* İlaça bağlı yan etkileri azaltılması / ortadan kaldırılması
- \* Biyolojik sistem için toksik olmayan taşıyıcı sistem geliştirilmesi
- \* Olumsuz bağışıklık tepkilerinin tetiklenmemesi
- \* Gerekli miktarda ilacın istenilen yere uzun süre boyunca iletilmesi

Akıllı ilaç taşıyıcı sistemlerdeki önemli nokta, ilacın istenilen yere taşınırken ilgili hücrelere bağlanması esnasında gerekli miktarda ilacın salınıyor olmasıdır. Burada ilaç salınımını kontrol edecek bir uyarıcıya ihtiyaç duyulur. Bu uyaranlar, elektrik alanı, manyetik alan, ultrason, elektromanyetik radyasyon gibi dış uyaranlar olabildiği gibi, pH, sıcaklık, iyonik ortam, karbonhidratlar ve proteinler gibi içsel uyaranlar da olabilir. Bu sayede akıllı ilaç taşıyıcı



sistemler programlanabilir ve kontrol edilebilir ilaç salımı sağlar.

Uygulandığı fonksiyonel alana bağlı olarak, "Akıllı İlaç Taşıyıcı Sistemler" in konvansiyonel (geleneksel) ilaç taşıyıcı sistemlerine kıyasla düşük sistemik toksisite ve yan etkiler ile arttırılmış terapötik etkinlik gibi birtakım avantajlara sahip olduğu görülmektedir. Konvansiyonel denilen geleneksel ilaçlar iç veya dış herhangi bir uyarandan bağımsız olarak önceden belirlenmiş bir doza ve ilaç salım hızına sahiptir. Öte yandan Akıllı İlaç Taşıyıcı Sistemleri talebe göre serbest bırakma stratejisiyle çalışmaktadır. Kendi kendini ayarlayabilen akıllı sistemlere en iyi bilinen

## Akıllı İlaç Taşıyıcı Sistemler

### Polimerik Miseller

Polimerik miseller, çekirdek kabuğu yapısına sahip nanoskopik ( $> 100$  nm) amfifilik blok kopolimerlerdir. Polimerik misellerin nanometre aralığındaki boyutu, düşük kritik derişim konsantrasyonları nedeniyle nispeten yüksek kararlılık ve çekirdek kabuğu düzenlemesi gibi benzersiz özellikleri onları ilaç taşıyıcı sistemlerinde klinik uygulamalarda, özellikle de hidrofobik suda çok düşük çözünürlüklü ilaçların taşınma sistemlerinde kullanılır.

### Polimerik Nanopartiküller

Sulu ortamda dağılmalarını dengeleyen bir amfifilik blok kopolimer tarafından korunan, biyolojik olarak bozunabilir hidrofobik polimerlerin çekirdek kabuk yapısını yapısını misellerle paylaşan yapı sergiler. Bunlar matris tipi, katı-kolloidal parçacıklardır ve bu nedenle genellikle misellerden daha fazla kararlılık

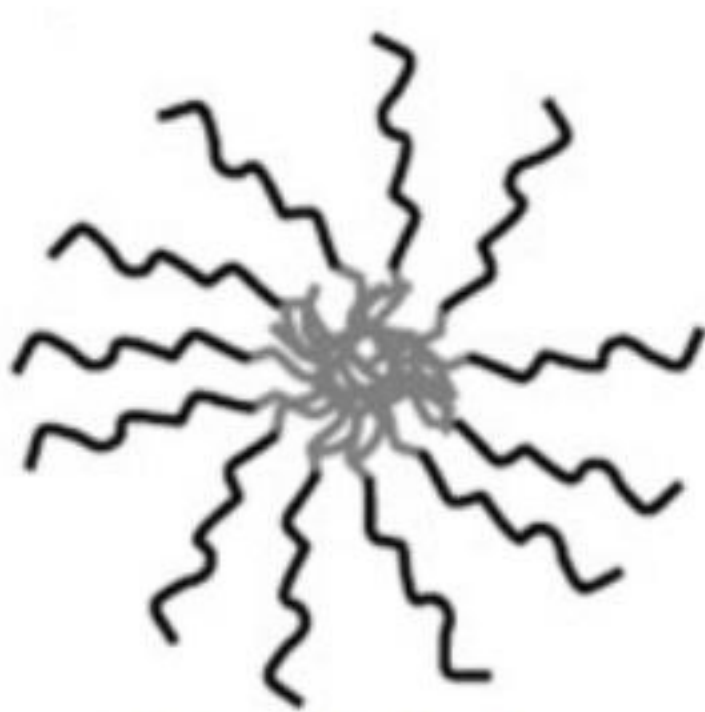
örnek glikoz seviyesindeki değişikliklerin sebep olduğu çevresel etkilere cevap olarak kendi kendini düzenleyen insülin salınım sistemleridir.

Nano taşıyıcı sistemler geliştirmek amacıyla lipid, polimer ve inorganik bazlı yapılar kullanılır. Günümüzde üzerinde en çok çalışma yapılan ve geliştirilen nano taşıyıcı sistemler; polimerik konjugatlar, polimerik miseller, polimerik nanopartiküller, dendrimerler, polimerzomlar, lipozomlar, karbon nanotüpler ve altın nanopartiküllerdir.

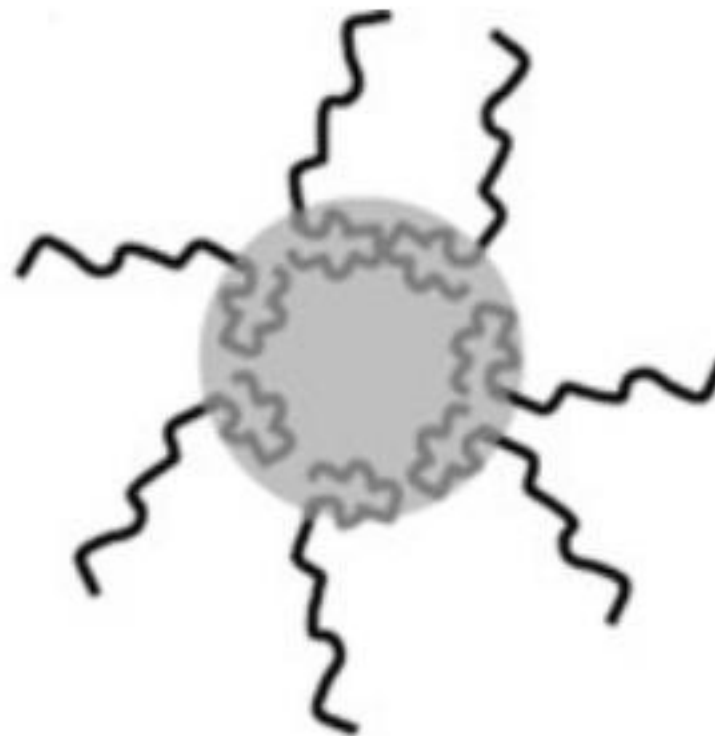
sergiler. Genellikle polimerik misellerden (10-100 nm) daha büyüktür (100-500 nm) ve biraz daha polidispers boyut dağılımları gösterebilirler.

### Lipozomlar

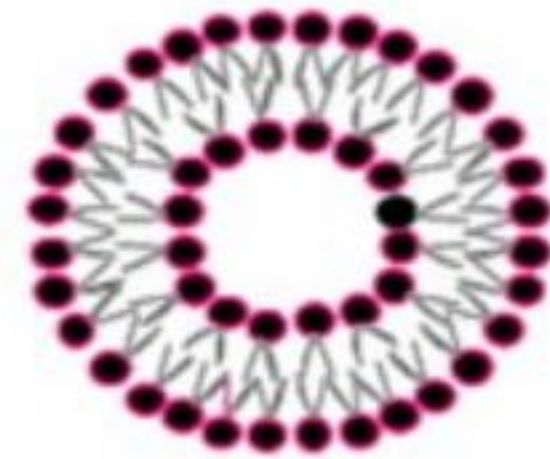
Mikro ve nano kolloidal ilaç taşıyıcı sistemleri olarak emülsiyonlar, süspansiyonlar ve lipozomlar gibi yıllardır kullanılmaktadır. Son zamanlarda, 100 nm'den küçük nano boyuttaki lipozomal sistemler, aşılarda, kozmetikler ve nutrasötikler dahil çeşitli biyoaktif ajanlar için model hücreler veya taşıyıcılar olarak kullanılmaktadır. Bu hücreler bazen polietilen glikol (PEG) gibi polimerler ile kaplanabilir, bu formu genellikle kan dolaşımında yarılanma ömrünü uzatır. Nano yapıli lipozom taşıyıcı sistemler, sistemik toksisitenin düşürülmesi ve kapsül içindeki ilacın erken bozunmasının engellenmesi konusunda oldukça etkin çalışır.



Polimerik Misel



Polimerik nanopartikül



Lipozom



Polimerik miseller ve nanopartiküller, ilaç salımı için kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Polimerik miseller, bir araya getirilmiş amfifilik kopolimerlerinin serbest dinamik denge içerisinde olduğu benzersiz sistemler olarak kabul edilebilir.

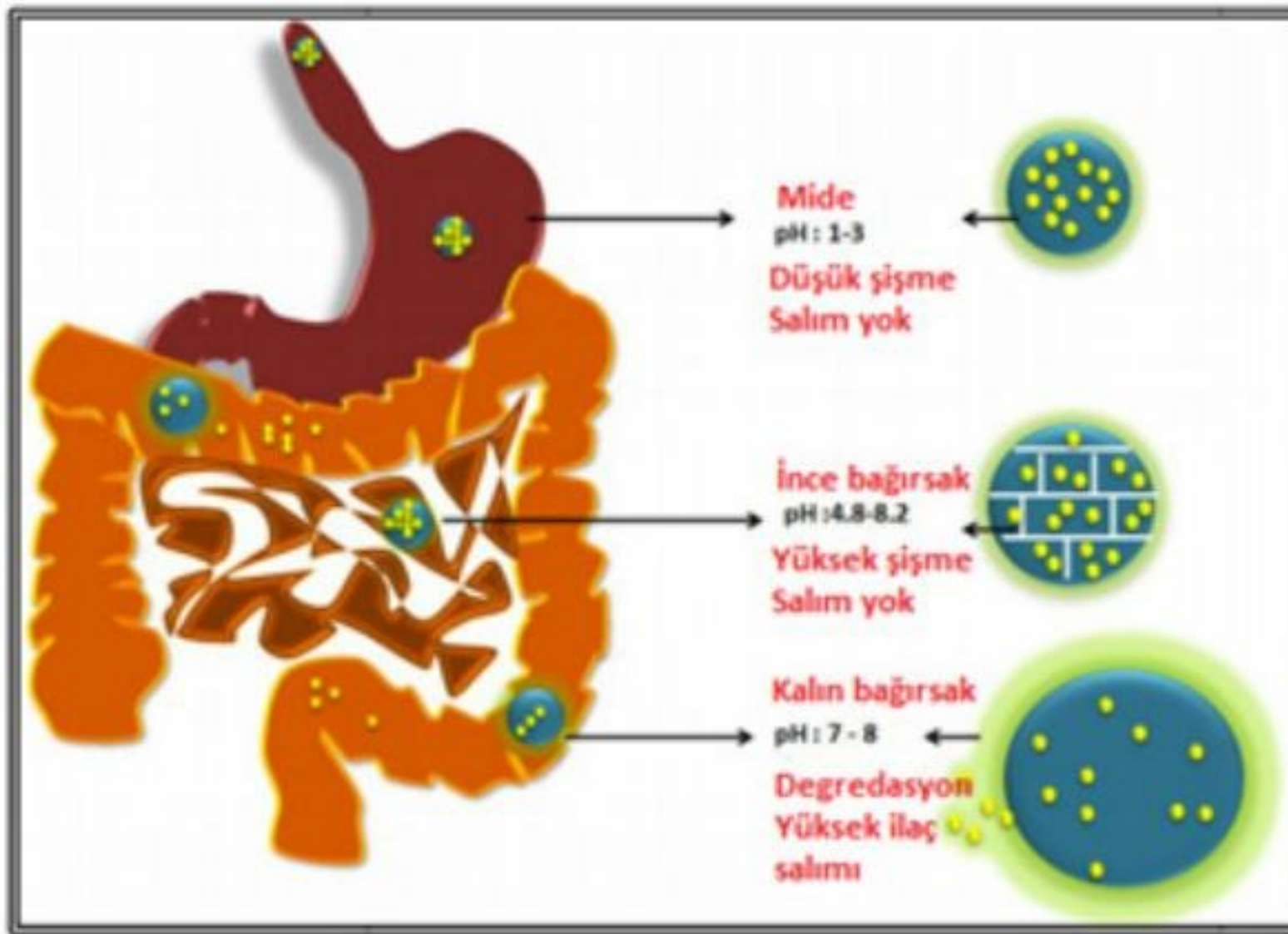
İlaçların polimerik miseller ve nanopartiküller içerisinde yüklenmesinde, ilacın ve çekirdeği oluşturan polimerin fizikokimyasal özellikleri, yükleme yöntemi ve hidrofobik blok uzunluğu yanı sıra yükleme yönteminde kullanılan çözücünün niteliği gibi parametreler dahil olmak üzere çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Çekirdeği oluşturan polimerin kimyasal bileşimi, polimer-ilac uyumluluğu ve ayrıca misel maddesinin fiziksel durumu gibi faktörler, ilaç yüklemesini önemli ölçüde değiştirebilir ve salınım kinetiğini etkileyebilir.

#### pH Duyarlı Nano Jel Sistemler

pH'ya duyarlı nano jeller, pH'ya dayalı olarak

protonlanmış veya deprotonasyon eğilimlidir. Bu durum jelin içindeki tek tek polimer zincirleri arasındaki etkileşim kuvvetlerini değiştirir ve jel şişme davranışı gösterir. Kitosan, poli (L-lisin), poli (vinil piridin), poli (2-diizopropilaminoetil metakrilat) jelleri, poli (akrilik asit), poli (metakrilik asit) ve aljinat jelleri alkalın pH'ta maksimum şişme gösterir. Yüklü durumlarında komşu polimer zincirleri itici kuvvetlere maruz kalırlar. Bu itici gücü telafi etmek için, ortamdan gelen karşı iyonlar jel matrisine girer ve onlarla birlikte gelen su molekülleri sayesinde jelin şişmesi ve böylece ilaç salımı gerçekleşir. Bu fenomen, özellikle gastrointestinal sistem bozukluklarının tedavisinde kontrollü salınım sağlamak için kullanılmıştır.

Kalın bağırsakta pH duyarlı nano jel salınım sistemi Şekil 1'de özetlenmiştir.



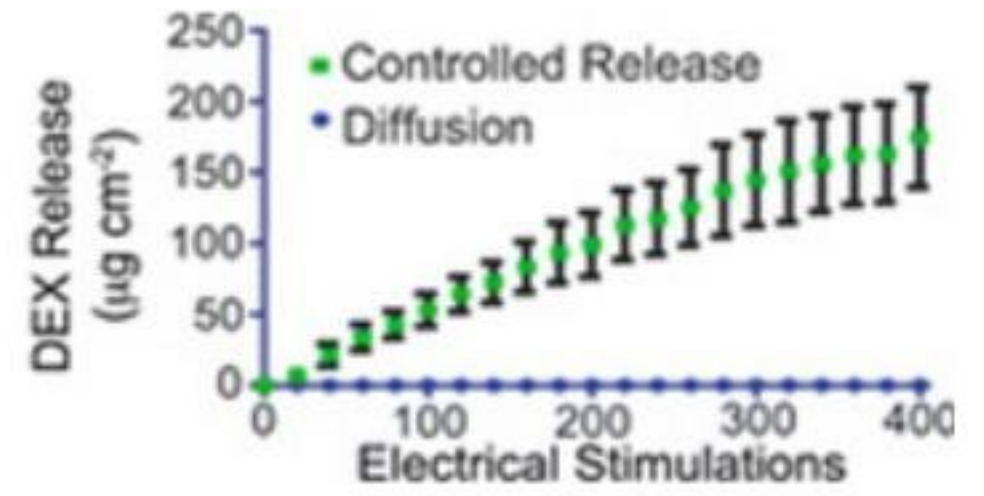
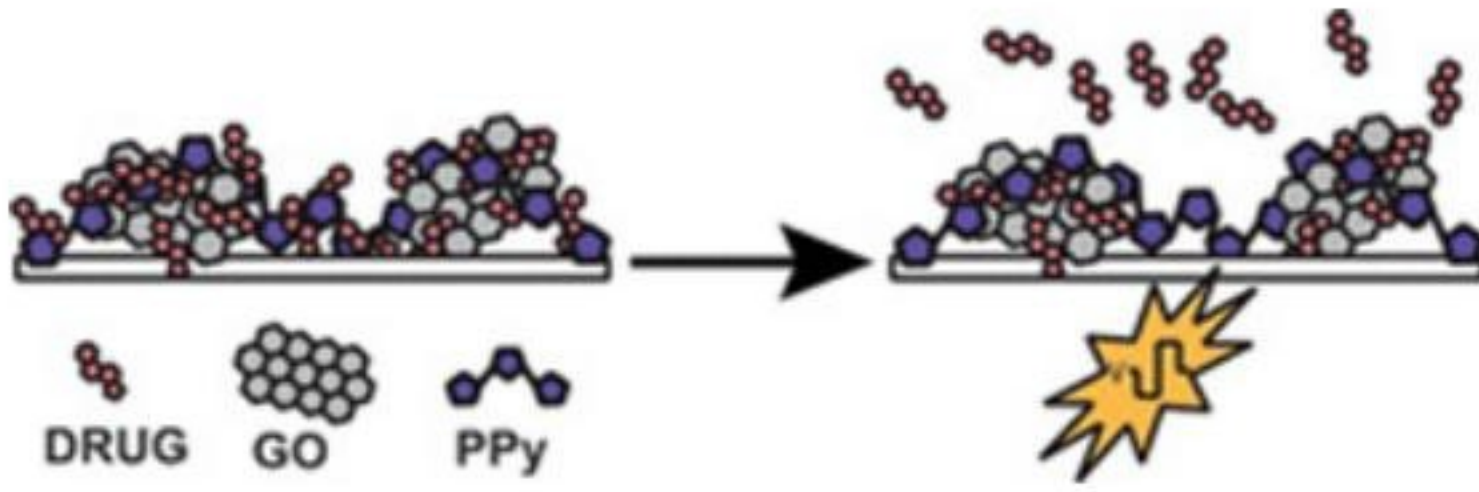
Şekil 1. Gastrointestinal sistemde pH duyarlı nanoteknolojik ilaç salım sistemi

Şekil 1'de özetlenen pH duyarlı nano jel akıllı taşıyıcı ilaç yapısı N, N'-dimetil akrilamid ve t-butil akrilamitten oluşan kopolimer sistemidir. İlaç yüklü nanoparçacıklar oral yoldan gastrointestinal sisteme ulaşana kadar farklı pH bölgelerinden geçer. Örneğin asidik mide ortamında (pH:1-3) proton yüklü akrilik asit kaplı nanopartiküller en az şişme gösterir. Bağırsaklarda ortam alkali hale geldikçe negatif karboksilat grupları jeli karşı koyma eğilimine geçer ve jeli şişirir ve böylece ilaç salımı istenen gastrointestinal bölgede istenen düzeyde sağlanabilir.

#### Elektronik Kontrollü Nano Levhalar

Bilim adamları hedefe yönelik kontrollü ilaç salım sistemlerinde potansiyel yan etkileri azaltmak amacıyla elektronik kontrollü ilaçlar üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar ayrıca, ilaç salımında etkin özelliklere sahip nano grafen oksit levhalarına anti-kanser ilaçları yüklemeyi denemişlerdir. Bununla birlikte grafen oksit nano levhalar, elektriği iletebilen polimer ince film içine dahil ederek onu anti-inflamatuar bir ilaçla yüklemişlerdir. Bir malzemeyi elektrik akımına maruz bıraktığında, ilacın sürekli bir tepki olarak salındığını gözlemlemişlerdir.





Ayrıca bilim adamları, grafen oksit levha boyutları ve kalınlıkları üzerinde deneyler yaparak ne kadar ilaç yüklenebileceği konusunda da araştırmalar yapmaktadırlar. Bu alanda yapılan çalışmalar aynı

zamanda epilepsi tedavisinde nöbetin başlangıcında vücut içinde bekleyen ilaçların salınımı üzerindeki denemeleri de kapsamaktadır.

## Nanoteknoloji Uygulamalarının Geleceği

Önümüzdeki yıllardaki nanoteknoloji uygulamalarının çok çeşitli kullanımlara sahip olmasından ve potansiyel olarak çok sayıda hayat kurtarabileceğinden söz edilebilir. Günümüzde sıklıkla bilimsel araştırmalara konu olan hedefli ilaç tedavi yöntemleri ya da "akıllı ilaçlar" gelecek vaat etmeye devam ederken, nanoteknolojinin canlı sistemlere çarpıcı olabilecek moleküler sistemlerin oluşumuna da yardımcı olacağı öngörülmektedir. Bu moleküler yapılar şu anda enfeksiyon, kaza veya hastalık için kaybedilen vücut parçalarının yenilenmesi veya yenilenmesi için bir temel oluşturabilir. Bu stratejilerin doku mühendisliği teknikleri sayesinde iskelet içine dahil edilmesi gelecek çalışmaların önünü açabilir.

Günümüz teknolojisinde ise nanomalzemelerin vücutla etkileşimini kontrol eden yeni yöntemlerin tasarımı ve test edilmesi, bu teknolojilerin tedavilere dönüştürülmesinde karaciğer ve dalak gibi organlar tarafından yakalanmadan vücudun belirli alanlarına taşınmasını hedefleyen yöntemler, ele alınması gereken önemli zorluklardır.

Tüm bu gelişmelerden anlaşıldığı gibi yakın gelecekte klinik çalışmaların da artması ile en sık karşılaşılan olan hastalıkların teşhis ve tedavisinde çok daha geniş yer alacağı ve mevcut teknolojik alt yapının geliştirilmesiyle geleneksel ilaçların yerine daha çok akıllı ilaçların pazara sunulacağı tahmin edilebilir.

### Kaynaklar

1. <http://www.nanotechproject.org/inventories/medicine/>
2. Cui, X.T. 2014, Electronically controlled drugs could minimize side effects, ACS News Service Weekly PressPac
3. Nanoparticles Smart Drug Delivery System for Cancer, October-13, LexInnova
4. Safari, J and Zarnegar, Z. 2012. Advanced drug delivery systems: Nanotechnology of health design A review, Journal of Saudi Chemical Society.
5. Sezer, A.D., 2016, Smart Drug Delivery System
6. [http://www.idconline.com/technical\\_references/pdfs/chemical\\_engineering/Introduction\\_to\\_smart\\_drug\\_delivery\\_system.pdf](http://www.idconline.com/technical_references/pdfs/chemical_engineering/Introduction_to_smart_drug_delivery_system.pdf)
7. <https://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-novel-drug-carrier-systems/nanotechnology-in-drug-delivery>
8. <http://www.thno.org/v06p1306.htm>



Nur Sabuncu  
**Kimyager (Yüksek Lisans Mezunu)**  
 nur\_sabuncu@hotmail.com



# TÜRK BİLİM İNSANLARI

## EPİLEPSİ ATAKLARINI AZALTAN

### PİL GELİŞTİRDİ



Gaziantep'te Türk bilim insanlarından oluşan 25 kişilik bir ekip, 'sara' olarak bilinen epilepsi ataklarını azaltan ve bazı hastalarda ise tamamen yok ettiği belirtilen şarj edilebilir beyin pili geliştirdi.

Gaziantep'te Türk bilim insanlarından oluşan 25 kişilik bir ekip, halk arasında 'sara' olarak bilinen epilepsi ataklarını büyük ölçüde azaltan, bazı hastalarda ise tamamen yok ettiği belirtilen şarj edilebilir beyin pili geliştirdi.

DHA'nın haberine göre; kentte bir işadamlının hayaliyle yola çıkan 25 kişilik bir ekip, 'Ninova Neurotechnology' ismi altında kurulan bilim merkezinde bir araya geldi. Aralarında bilim insanları, doktor, mühendis ve yazılım uzmanlarının

bulunduğu ekip, 3 yıllık araştırma ve çalışma ardından Türkiye'de ilk defa tamamen milli olan beyin pilini üretmeyi başardı. Son yıllarda artış gösteren ve eski Başbakan Mesut Yılmaz'ın oğlu Yavuz Yılmaz'ın ölümüyle gündeme gelen epilepsi hastalığının tedavisi için kullanılan Epistop ismi verilen cihaz, hastaların yüzde 30'unda kesin sonuç veriyor. 6 milyon dolarlık Ar-Ge çalışmasıyla üretilen cihaz, dünyada sadece ABD tarafından üretilen benzerine oranla daha gelişmiş özelliklere sahip. İlaça karşı dirençli olan epilepsi ataklarını engelleyen ve beyine belli dozda elektrik akımı yollayan Epistop, hastanın göğüs kafesinin üzerindeki derinin altına takılıyor ve beyine giden sinirlere kablolar bağlanıyor. Hastalığın şiddetine göre frekans ayarlaması da yapılabilen cihaz,



yeniden çıkarılmadan 6 ayda bir deri üzerinden şarj ediliyor. Yine teknolojik gelişmelere bağlı olarak deri

üzerinden programlama da yapılabilen cihazın ömrü ise 250 yıl.

## 10 Gram, 24 Bin Dolar

Projenin bilimsel danışmanlarından Doç. Dr. Hayati Deniz, fiyatı 18- 24 bin dolar arasında değişen fiyatlarla satılan ürünü geliştirerek Türkiye'ye kazandırdıkları için gurur duyduklarını söyledi. Belgelendirme işlemlerinin ardından Tüm dünya da aynı anda faaliyete geçmek istediklerini anlatan Deniz, şunları dedi: "Burada yaklaşık 3 yıldır ciddi bir çalışma içerisindeyiz. Sanayici bir işadamlarımızın hayallerini biz kendi fikirlerimizle birleştirdiğimiz zaman bilimsel alanda dünyada çok ciddi sayıda epilepsi hastasına fayda sağlayabilecek bir ürünü geliştirmek adına işe koyulduk. Son 3 yıldır geceli gündüzlü çalışan 25 kişilik içlerinde, profesörlerin, doçentlerin, doktorların olduğu birçoğunun mühendis olduğu ciddi bir ekiple dünyada yarışamayacak ciddi bir ürün ortaya koyduk. Yaklaşık 10 gramlık bir ürün bu epilepsi hastalarını ataklarına ciddi anlamda fayda sağlayacağına inandığımız bir cihaz.

Bunu bir Türk malı olarak Gaziantep'te üretimini gerçekleştirdik. Seri üretimini sağladık. Şu anda bu ürünün bir benzeri ülkemizde hiç üretilmediği için belgelendirmeleri yurt dışında yapma gereksinimi duyduk. Bunlarda da bütün belgelerimizi eksiksiz biçimde sunduk. Yakın zamanda belgelerimizi de alacağız. Şuanda katıldığımız tüm konferanslarda ve fuarlarda ürünlerimizle ilgili sunumlarımızı yaptık. Şu anda 50'nin üzerinde ülkeden ürünümüzü kullanmak için insanlar sırada. Belgelendirme işlemlerimizin tamamlanmasının ardından tüm dünyada aynı anda faaliyete geçmeyi planlıyoruz. 10 gramlık bir cihaz fakat ülkeye katma değeri çok yüksek olan bir cihaz. Dünyada 18 bin ila 24 bin dolar arasında satılan bir ürün. Bu anlamda ülkemiz için bu ürünü üreten bir ekibin parçası olmaktan dolayı gurur duyuyoruz."

## Türkiye Cumhuriyeti Tarihinde Bir İlk

Doç. Dr. İbrahim Erkutlu ise cihazın Türkiye Cumhuriyeti tarihinde bu klasmanda üretilen ilk cihaz olduğunu anlatarak şöyle konuştu: "Bu çalışmamızla ilaca dirençli epilepsi hastalarının tedavisi için bir cihaz geliştirdik. Mevcut cihazların eksikliklerinin giderilmesi, daha modern, daha kullanışlı, faydalı ve bir milli proje olarak bunu yürütmek istedik. Cihazın en önemli özelliği bir defa kasasından başlıyor. Dünyada üretilen benzer cihazlardan daha farklı bir kasaya sahip ve daha kullanışlı. Bunun dışında tıbbi farklılıklarda barındırıyor. Bunların başında benzer cihazların pillerinin bitmesi durumunda değişikliğe ihtiyaç duyması. Bizim ürettiğimiz cihaz ise; tekrar şarj edilebilir pile sahip. Tedavi sinyalleri tamamen farklı özelliklere sahip. Yüksek teknoloji, Türkiye Cumhuriyeti tarihinde ilk defa 'Klas 3 A' dediğimiz insan vücuduna takıldıktan sonra çeşitli organlara

sinyal yollayan ilk cihaz diyebiliriz. Ciddi rakamlarda bu hastalıktan mustarip olan insan var. Dünya çapında 65 milyon, Türkiye'de 700 bin civarında her sene binlerce hasta maalesef bu kervana katılıyor. Bu hastaların küçük bir kısmı ilaca direnç gösteriyor ve ilaç tedavisi mümkün olmuyor. Bu gibi durumlarda bir çıkış kapısı oluşturabiliyor. Tabi ki tam çözüm olmamakla beraber, hastaların yüzde 30'unda tamamen geçiriyor, yüzde 70'inde ciddi fayda sağlıyor."

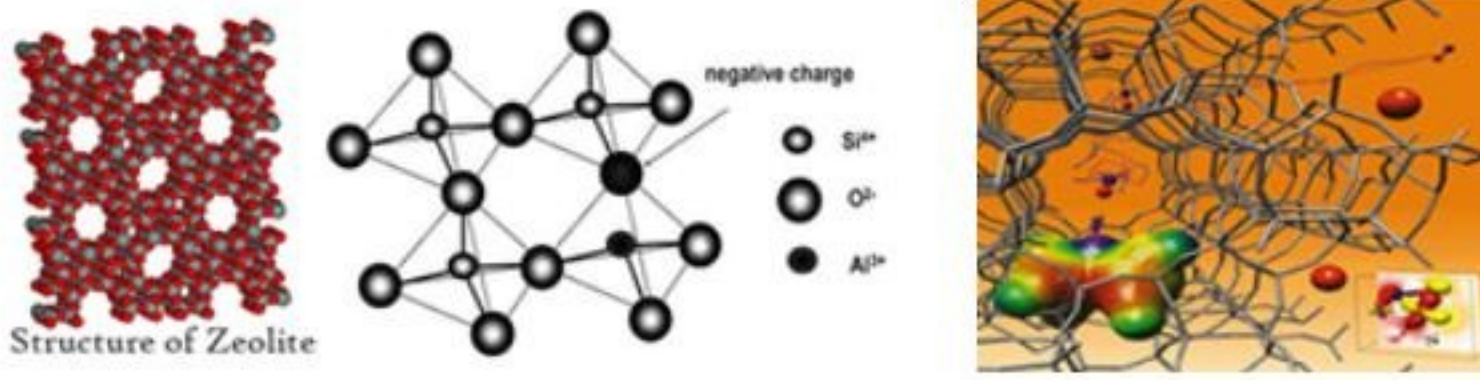
Tüm dünyaya ABD'de satılan cihazın, çok geliştirilmiş yeni rakibi Epistop'a şimdiden 50 ülkenin talip olduğu belirtildi. Yerli üretimin yapıldığı merkezde yıllık, Epistop üretim kapasitesi şu anda 35 bin adet olarak açıklandı.



# ZEOLİTLER

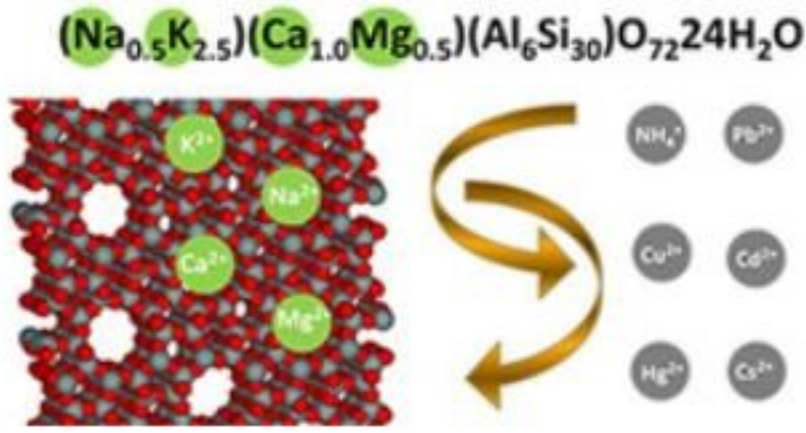
Moleküler elek olarak bilinen zeolitler Al, Si, ve O atomlarından oluşan ve yapısında pozitif/negatif yük taşıyabilen minerallerdir. Yapısal olarak kil mineraline benzemektedir. Diğer yandan, zeolitlerin, birbirine kanallar ile bağlı olan, sert ve bal peteği gibi üç boyutlu bir kristal yapıları vardır. Su, bu kanallar

ve kafes yapı içinde serbestçe hareket ederken, zeolit molekülünün yapısı bozulmaz. Kristal yapıda, neredeyse eşit boyutta olan kanallar ve gözenekler, zeolite moleküler elek özelliğini kazandıran kısımlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Zeolitin Yapısı

Doğal ve sentetik 200 den fazla çeşit zeolit olmasına rağmen yüksek absorpsiyon kapasitesi, katyon değişimi, kataliz ve dehidrasyon kapasiteleri nedeni ile kimyasal yapısı  $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{2.5})(\text{Ca}_{1.0}\text{Mg}_{0.5})(\text{Al}_6\text{Si}_{30})\text{O}_{72}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$  olan klinoptilolit türü tarım sektöründe sıklıkla kullanılmaktadır.



Zeolitler genel olarak katyon değişim kapasitesi yüksek olan minerallerdir. Bu sayede toprak-bitki arasında ciddi bir dengeleme görevi üstlenmektedir.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  iyonları zeolit yapısındaki değişebilir iyonlardır ve katyon değişim kapasitesi, 1 gram ya da 100 gram zeolit başına değiştirilebilen katyonların mol sayısı olarak ifade edilmektedir

## KİRLİLİK KONTROLÜ

- Radyoaktif atıklar
- Atık suların arıtılması
- Baca gazı arıtımı
- Petrol ve madeni yağ atıklarının temizlenmesi
- Çöp deponi alanlarında kirlilik kontrolü

## ENERJİ

- Kömür ekstraksiyonu
- Doğal gazların saflaştırılması
- Petrol ürünlerinin ekstraksiyonu

## TARIM & HAYVANCILIK

- Toprak düzenleyici
- Gübre Katkısı
- Toprak Kirliliğinin Kontrolü
- Yem Katkısı
- Pelet bağlayıcı
- Hayvan altlığı
- Organik atıkların arıtılması
- Su kültürleri

## MADEN VE METALURJİ

- Maden
- Metalurji

## DİĞER ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR

- Kağıt
- İnşaat
- Temizlik
- Deterjan
- Havuz ve spa merkezlerinde filtrasyon
- Filtre malzemesi
- Peyzaj ve bahçe uygulamaları
- Akvaryum malzemeleri



Zeolitin pek çok kullanm alanı olmasına rağmen tarım sektöründe kullanılması ile; gübrenin değerini arttırır, verimi arttırır, bitkilerin kullanacağı besinleri korur, uzun vadede toprak kalitesini arttırır, özellikle kumsal topraklardaki besin ve su kaybını azaltır, gaz moleküllerini seçici olarak adsorbe eder, su

adsorbsiyonu/desorbsiyonu sağlar, katyon değişimini sağlar, değerli besinleri (Amonyum, Potasyum, Magnezyum, Kalsiyum ve diğer eser elementler) tutup yavaşça salınmasını sağlar, gübre ihtiyacını azaltır, yağmurlarda kimyasal erozyonu minimuma indirir.<sup>1,2</sup>

#### Kaynaklar

1. Gülen, J., Zorbay, F., Arslan, S., Karaelmas Science and Engineering Journal, 2012, 2(1), 63-68.
2. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/zeolit>



Doç. Dr. Haydar Göksu

Düzce Üniversitesi Kaynaşlı Meslek Yüksek Okulu  
Bölüm Başkanı

adar\_gok@hotmail.com



# YERLİ ENERJİDE VERİM ARTTIRACAK BULUŞ



Türk bilim insanları, jeotermal kaynaktan elektrik üretimi performansını yaklaşık yüzde 20 arttıracak malzeme geliştirdi. Çeşitli moleküllerin sentezlenmesiyle elde edilen malzeme, suyun debisi ile sıcaklığını düşüren ve bu nedenle enerji üretimini olumsuz etkileyen kabuklaşmayı azaltıyor. İYTE Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Demir: 'Türkiye'nin jeotermalden elektrik üretim kapasitesi günlük 1000 megavat civarında. Yaptığımız inhibitör kabuk miktarını yüzde 20 azaltmakla enerji performansını artırmakta. Bu da yıllık yaklaşık 180 milyon dolarlık bir kazanca tekabül etmekte'

Türk bilim insanları, jeotermal kaynaktan elektrik üretimi sırasında karşılaşılan ve suyun debisi ile sıcaklığını azalttığı için üretim performansını olumsuz etkileyen kabuklaşmayı azaltacak malzeme geliştirdi.

Çeşitli moleküllerin sentezinden oluşan yeni malzemenin, jeotermalden elektrik üretimini yaklaşık yüzde 20 artırarak yıllık 180 milyon dolar civarında

kazanç sağlaması bekleniyor.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mustafa Demir, AA muhabirine yaptığı açıklamada, 'Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamak için yurt dışından enerji ithal ettiğini, bunun önüne geçmek için yerli enerji kaynaklarının verimini artırmak için çalışmalar yürüttüklerini anlattı.

Jeotermalin Türkiye için önemli bir kaynak olduğunu belirten Demir, bu alandaki elektrik üretiminin verimini artırmak için 7 yıldır çalıştıklarını söyledi.

Prof. Dr. Demir, jeotermal tesislerinde karşılaşılan en önemli sorunun "kabuklaşma" olduğuna dikkati çekerek, "Jeotermal akışkan (su ve buhar) yerin altında yüksek basınç ve sıcaklıkta çözünmüş minerallerden oluşmaktadır. Bunların yeryüzüne çıkartılması sırasında çökeltme problemi meydana gelir. Çökelmeyle oluşan kabuklaşma jeotermal akışkanın geçtiği boruları tıka noktasına getirir ve



enerji performansını düşürür. Kabuklaşma borudan geçen suyun debisini düşürdüğü gibi boruların üzerinde yalıtkan bir tabaka bırakarak oradan

## Çaydanlık Örneği

Günlük hayatta mutfakta kullanılan çaydanlıklarda da kabuk oluştuğuna değinen Prof. Dr. Demir, “Bu kabuk, kireç esaslı kalsiyum karbonat kabuklaşmasıdır. Bu kabuklaşmaya yönelik güzel çözümler var. Ancak elektrik üreten jeotermal sistemlerde gördüğümüz kabuklaşma daha farklıdır, silikat kabuklaşmasıdır ve çok daha inatçı, temizlemesi zor bir kimyasal yapıdır.” ifadelerini kullandı.

Polimerik moleküller sentezleyerek kabuklaşma oluşmasını azaltacak bir malzeme elde ettiklerini, bu malzemenin laboratuvar ortamında başarılı sonuçlar verdiğini anlatan Demir, şöyle devam etti:

“Türkiye’nin jeotermalden elektrik üretim kapasitesi

istifade ettiğimiz enerji miktarını da düşürmektedir.” diye konuştu.

günlük 1000 megavat civarındadır. Yaptığımız inhibitör kabuk miktarını yüzde 20 azaltmakla enerji performansını artırmaktadır. Bu da yıllık yaklaşık 180 milyon dolarlık bir kazanca tekabül etmektedir. Bu rakam bir megavat elektriğin bir saatlik ücreti ve verimin artırılmasıyla elde edilecek günlük fazladan 200 megavatlık elektrik göz önünde bulundurularak elde ediliyor.”

Demir, TÜBİTAK destekli projede elde edilen malzemenin üretim kapasitesinin artırılarak sahada kullanılacak miktarda üretilebileceğini sözlerine ekledi.



# DENDRİMERLERE GENEL BİR BAKIŞ

Yunanca ağaç anlamına gelen “dendri” ve kısım anlamına gelen “meros” kelimelerinden dendrimer kelimesi türetilmiştir. Dendrimerler, bir çekirdek, çekirdek etrafında tekrar eden dallanmış küre şeklinde yapısal olarak mükemmel üç boyutlu makromoleküllerdir [1, 2, 3].

İlk olarak 1974 yılında Vögtle ve arkadaşları “ahtapot molekül” olarak adlandırılan molekülü sentezlendi [4]. Daha sonra 1978 yılında aynı grubun divergent (içten dışa) yöntemiyle sentezlediği makromoleküle dendrimer ismi vererek literatüre

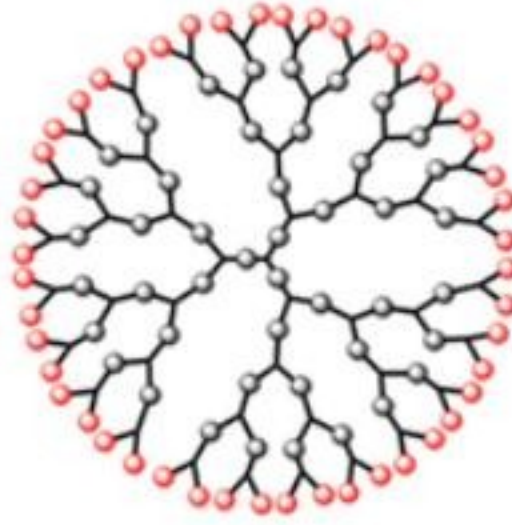
yeni bir kavram kazandırıldı. Bu yöntemle sentezlenen moleküller çok ilgi çekmedi. Ancak 1980 lerin başında Tomalia ve Newkome bu polimerin nanoteknolojide uygulanabilirliğine dikkat çekmişlerdir [5, 6]. 1990 da Fréchet tarafından convergent (dıştan-içe) sentez yaklaşımı ile dendrimer sentezine yeni bir boyut kazandırıldı [7].

Günümüzde dendrimerler hala birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir

## Dendrimerlerin Sentezi ve Yapısı

Bir dendrimer genel olarak üç kısımdan oluşur. Çok fonksiyonlu bir çekirdek, iç tabaka ve dış tabaka. Bu üç kısmın özellikleri dendrimerlerin özelliklerini ve kullanım alanını belirler. Bu makromoleküller tekrarlayan monomerlerin kovalent bağlar ile

birbirine bağlanması ile meydana gelir. Tekrarlanan monomerlerin her iki başında uç gruplar bulunmaktadır. Şekil 1’de genel bir dendrimer yapısı görülmektedir. Eces bont adenihili



Şekil 1. Genel dendrimer yapısı [8]

Geleneksel olarak dendrimerler sentez yöntemine göre iki sınıfta incelenir [9,10].

- i. Divergent (içten-dışa, ıraksak)
- ii. Convergent (dıştan-içe, yakınsak)

i. Divergent (İraksak) sentez yöntemi:

Bu yöntemde dendrimer, çok fonksiyonlu çekirdekten yola çıkarak jenerasyon-jenerasyon (nesil-nesil) kontrollü olarak sentezlenir [11]. Dendrimerlerin tekrarlı bir şekilde büyümesi dallanma birimleri tarafından sağlanmaktadır (Şekil 2). Nesil (jenerasyon) sayısı dendrimerlerde tekrar eden döngü sayısını ifade eder. Merkezden dış kabuğa doğru büyüyen dendrimerde uç grupların sayısı geometrik bir dizi şeklinde (denklem 1) artmaktadır[12].

$$Z = n_c \times n_m^G$$

Z= uç grup sayısı

$n_c$  = merkez molekül bağ sayısı

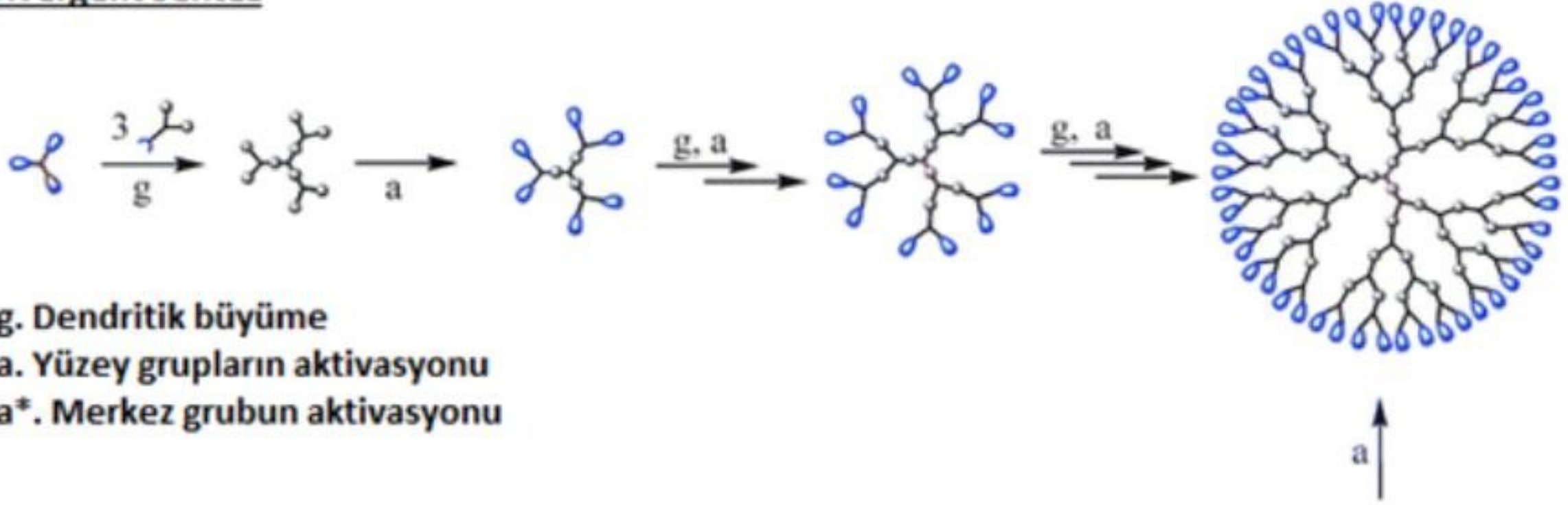
$n_m$  = dallanmayı sağlayan bağ sayısı

G= nesil sayısı



Bu yöntem ile ilk sentezlenen dendrimer, starbust dendrimer olarak bilinen polyamidoamin (PAMAM)'dır.

### Divergent Sentez

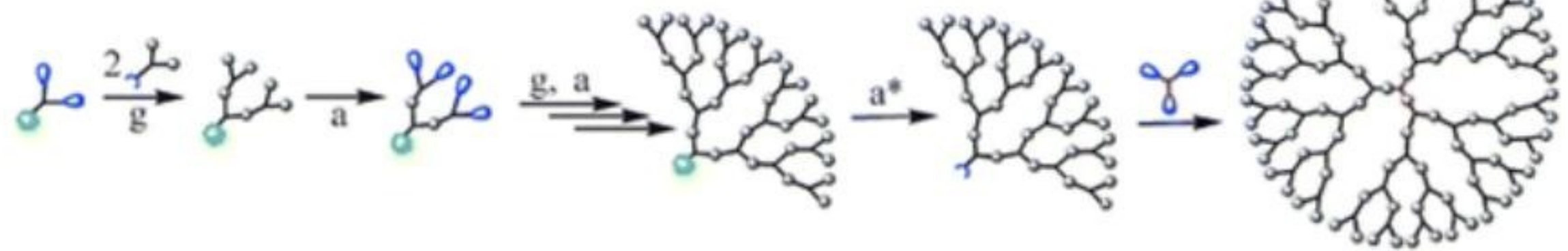


g. Dendritik büyüme

a. Yüzey grupların aktivasyonu

a\*. Merkez grubun aktivasyonu

### Convergent Sentez



Şekil 2. Dendrimer Sentez Yöntemleri [13]

#### ii. Convergent (Yakınsak) sentez yöntemi:

Convergent yöntem ilk olarak 1990 yılında Fréchet ve Hawker tarafından ileri atılmıştır[14]. Bu yöntemin divergent yöntemine göre bazı üstünlükleri vardır. Yapısal olarak saflaştırma daha kolay olduğundan dendrimer hazırlamada bu yöntem daha çok tercih edilir. Iraksak yöntemin eksikliklerini gidermek için geliştirilmiştir. Kürenin yüzeyinde sonlanan küçük moleküllerden üretilir ve reaksiyon içe doğru ilerler en sonunda çekirdeğe tutturulur [15].

Polimerler nesil-nesil sentezlenir, saflaştırılır ve daha sonra saf makromolekül elde edilir. Şekil 2'de convergent sentez yönteminin genel bir gösterimi vardır.

Yakınsak yöntem daha çok tercih edilmesine rağmen, çekirdek molekülü ile dendronlar arasında sterik problemlerden dolayı büyük molekül ağırlığına sahip polimerlerin sentezi bu yöntemle mümkün değildir [11].

Dendrimerlerin molekül ağırlığı matematiksel olarak denklem 2'deki gibi hesaplanabilir.

$$M = M_c + n_c \cdot \left[ M_m \cdot \left( \frac{n_m^G - 1}{n_m - 1} \right) + M_t \cdot n_m^G \right]$$

$M_c$  : Merkez molekülünün molar kütlesi

$M_m$  : Dallanmayı sağlayan monomerin molar kütlesi

$M_t$  : Uç grupların molar kütlesi

$n_c$  : Merkez molekülünün bağ sayısı

$n_m$  : Dallanmayı sağlayan bağ sayısı

$G$  : Nesil (Jenerasyon) sayısı

Dendrimerler, şekilleri, son grupları ve iç boşluklarına göre sınıflandırılabilirler. Tablo 1'de dendrimerlerin sınıflandırılması ve kullanım alanları belirtilmiştir.



Tablo 1. Dendrimerlerin sınıfları ve kullanım alanları

Sınıfı	Sentez yöntemi	Kullanım alanları
Poliamido amin (PAMAM) Dendirimerleri	Iraksak	- Biyosensör [16] - İlaç taşıma - Elektronik - Medikal ve klinik
Polipropilen imin (PPI) Dendirimerleri	Iraksak	- Biyolojik uygulamalar - Malzeme mühendisliği [17]
Kiral Dendirimerler	Uzaksak	- Asimetrik sentezler için kiral katalizörü [18]
Çok dilli (Multilingual) Dendirimerler	Uzaksak	- Yüzey fonksiyonlandırma [19]
Tektonik (Tecto) Dendirimerler	Iraksak	- İlaç taşıma sistemleri [20]
Hibrit Dendirimerler	Iraksak	- İlaç taşıma sistemleri [21]
Misel ( Micella) Dendirimerler	Iraksak / Uzaksak	- Kontrollü ilaç salınımı [22]
Poliamidoaminorganosilikon Dendirimerler (PAMAMOS)	Iraksak / Uzaksak	- Elektronik, fotonik ve kimyasal katalizör [23] - Başlatıcı [24]
Peptit Dendirimerler	Uzaksak	- Antikanser ve antiviral ajan - Biyomedikal tanıma ajanı - Protein mimetiks [25] - Klinik uygulamalar [26]
Amfifilik Dendirimerler	Iraksak	- Elektron alış veriş [27]

## Dendrimerlerin Kullanım Alanları

Dendrimerlerin birçok kullanım alanı vardır.

Bunları birkaç ana başlık altında toplayabiliriz.

i. Medikal ve klinik uygulamalar; gen tedavisi ve ilaç taşıma sistemleri için kimyasal sensör olarak kullanılırlar. Hem cilt yüzeyi uygulamaları hem de oral yolla alınan ilaçlarda kullanılır [28-29]. Bunun yanı sıra anti kanser ilaçlarında ve cinsel yolla bulaşan (HIV v.b) hastalıklara karşı cinsel ilişki sırasında aktif koruma sağlar [30]. İlaç taşınımında nano cihaz olarak kullanılmalarının da tedavi edici moleküllerin veya özel tasarlanmış ilaçların geçici olarak yüzeyde tutturulması veya yapı içine ilavesi ile gerçekleşir. Denrimerlere bu amaçla eklenen özellikler yalnızca uygulama alanını artırmakta kalmayıp aynı zamanda ilaç uygulamaların da yan etkilerin de önüne geçilmektedir [31]. Biyomedikal ve klinik uygulamalarda özellikle manyetik rezonans için kontrast ajan olarak kullanılırlar. Gadolinium iyon şelatları içeren dendrimerler testin duyarlılığını ve seçiciliğini artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Gadolinium türü yapıların molekül ağırlığı küçük olduğu için damar içi uygulaması zordur [32-33-34].

ii. Sensörler; dendritik sensörler hem organik hem de inorganik türlerin tespiti için kullanılırlar.

iii. Tekstil ve boya uygulamaları; liflerin boyanabilirliği ve kumaşlara çeşitli fonksiyonların (su geçirmeme, kir tutmama, alev geçiktirme v.b) kazandırılmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Su, yağ ve kir iticilikte yaygın olarak kullanılır. Ayrıca tekstik, kozmetik, petrol ve kimya endüstrisi atık sularında ağır metal giderimi ve boya gideriminde kullanılmaktadır [35, 36].

iv. Terapotik ajan; bakteriyel ve viral enfeksiyonları önlemede terapotik ajan olarak kullanılırlar. Sialodendrimerler bu amaç için yaygın olarak kullanılan bir ajandır.  $\alpha$ -sailinik asit dendrimerlerin yüzeyine tutturularak influenza (grip) enfeksiyonunu büyük oranda inhibe eder [37,38].

v. Tarımdaki kullanımı; dendrimerlerin tarım alanındaki kullanımı oldukça kısıtlı/sınırlı olmakla birlikte sağlıklı tohum eldesi, pestisit, herbisit ve insektisit'lerde ilaç dağılım ajanı olarak kullanılmaktadırlar [39]. PAMAM dendrimerleri kullanılarak pestisit tayini için tasarlanmış özel biyosensörler vardır[40].



- [1]. Webster QW., *Macromol Symp.*, 1995. 36,1361-72.
- [2]. Bomsan AW., Janssen HM., Meijer EW., *Chem Rev.*, 1999. 99, 1665-88.
- [3]. Froehling PE., *Dendrimers and Dyes. Dyes and Pigments*,2001. 48,187-195
- [4]. Buhleier E., Wehner W., Vögtle F., *Synthesis*, 1978. 155-158
- [5]. Tomalia DA., Baker H., Dewald J.R., Hall M., Kallos G., Martin S., Roeck J., Ryder J., Smith P., *Polym J.*, 1985. 17, 117-132
- [6]. Newkome G.R., Yao Z.Q., Baker G.R., Gupta V.K. *J. Org. Chem.*, 1985. 50, 2003-2006.
- [7]. Hawker C.J., Fréchet J.M.J. *J. Am. Chem. Soc.*, 1990. 112(21), 7638-7645.
- [8]. Urvashi S., Mohammad M.D., Athar A.H. *Oriental J. Of Chem.*, 2014. 30(3), 911-922.
- [9]. Kolhea P., Misraa E., Kannana RM.,Kannanb S., Lieh-Laib M. *Int. J. Pharm.*, 2003. 259, 143-160.
- [10]. Dykes GM., *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 2001. 76, 903-918.
- [11]. Klajnert B., Bryszewska M., *Acta Biochim. Pol.*, 2001. 48,1,199-208.
- [12]. Toit L.C.D., Pillay V., Choonara Y.E., *Advanced Drug Delivery Rewiews*, 2010. 62, 532-546.
- [13]. Carlmark A., Hawker C., Hult A., *Chem. Soc. Rev.*, 2009.38, 352-362.
- [14].Scott M.G., Fréchet J.M.J., *Chem. Rev.* 2001. 101, 3819-3867.
- [15]. Priya P., Sivabalan.Mand J.R., *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*, 2013. 3(2), 2231-2781.
- [16]. Demirci S, Emre F.B., Ekiz F, Oğuzkaya F., Timur S., Tanyeli C., Toppare L., *Analyst*, 2012. 137, 4254-4261.
- [17]. Brana M.F., Dominguez G., Saez B., *Eur. J. Med. Chem.*, 2002. 3(7), 541-551.
- [18]. Hawker C., Wooley K.L., Frechet J.M.J., *Journal of Chemical Society. Perkin Transactions*, 1993. 1(12), 1287-1289
- [19]. Tripathy S., Das K.M., *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2013. 3,9, 142-149.
- [20]. Pushkar S., Philip A., Pathak K., Pathak D., *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 2006. 40(3), 153-158.
- [21]. Yang H., Tyagi P., Kadam R.S., Holden C.A., Kompella U.B., *ACS Nano*, 2012. 6, 9, 7595-7606.
- [22]. Ambade A.V., Savarior E.N., Thayumanavan S., *Mol Pharmcol.*, 2005. 2, 4, 264-272.
- [23]. Yasukawa t., Ogura y., Tabata Y., Kimura H., Wiedeman P., Honda Y., *Progress in Retinal and Eye Research*, 2004. 23(3), 253-281.
- [24]. Tripaty S., Das M.K., *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2013. 3(09), 142-149.
- [25]. Sadler K., Tam J.P., *Molecular Biotechnology*, 2002. 90, (3-4), 195-229.
- [26]. Kensinger R.D., CatalonenB.J., Krebs F.C., Weigdahl B., Schengrund C.L., *Antimicrob. Agents Chemother.*, 2004. 48, 5, 1614-1623.
- [27]. Baig T., Nayak J., Dwivedi A., Singh A., Srivastava A., Tripathi P.K., *International Journal of Advanced in Pharmacy, Biology and Chemistry*, 2015. 4(1), 44-59.
- [28]. Teresa S., Barat Teo I. Brocchini S., Zloh M.M., Shaunak S., *PLoS Computational Biology*, 2011. 7(6), 1-12.
- [29]. Abhilash M., *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2010. 1(1), 1-12.
- [30]. Bulut M.O., Akar E., *SDU Journal of Technical Science*, 2012. 2,1,5-11.
- [31]. Seçkin T., *Polimer Kimyası, Fonksiyonel Yaklaşım ve Uygulamaları*, 2015.
- [32]. Fischer M., Vögtle F., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 1999. 38, 884-905.
- [33]. Wiener E.C., Auteri F.P., Chen J.W., Brechbiel M.W., Gansow O.A., Schneider D.S., Belford R.L., Clarksaon R.B., Lauterbur P.C., *J. Am. Chem. Soc.*, 1996. 118(3), 7774-7782.
- [34]. Byrant H.Y., Brechibel M.W., Wu C., Bulte J.W., Herynek v., Frank J.A., *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 1999. 9(2), 348-352.
- [35]. Namırtı O., Atav R., *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 2011. 17,2, 109-115.
- [36]. Prasanna P.R., Selvamani P., Gomathi E., *International Journal of Chem Tech Research*, 2013. 5, 3, 1239-1245.
- [37]. Roy R., Zanini D., Meunier S.J., Romanowska A., *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1993. 1869-1872.



- [38]. Zanini D., Roy R., J. Org. Chem., 1998. 63, 3486-3491.  
[39]. Rao C.N.R., Müller A., Cheetham A. K., Nanometarials Chemistry: Recent Devolepments and New Directions, 2007.  
[40]. Snejdarkova M., Svobodova L., Nikolelis D.P., Hianik T., Electroanalysis, 2003. 15(14), 1185-1191.



Arş. Grv. Dr. Fatma Bilge Emre  
İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen  
Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği  
Programı  
fatma.emre@inonu.edu.tr



Arş. Grv. Dr. Nilüfer Kivılcım  
İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya  
Bölümü  
nilufer.kivilcim@inonu.edu.tr



# AHŞAP VE TEKSTİL ÜRÜNLERİ ÇAY BOYASIYLA RENKLENECEK



AKÜ Afyonkarahisar Meslek Yüksek Okulu Öğretim Görevlisi Atılğan, 5 yıldır üzerinde çalıştığı projede, çay ekstraktından elde ettiği 'Çay Boyası'nın patentini aldı. Başta tekstil ve ahşap malzemeler olmak üzere, çocuk oyuncaklarında kullanılabilecek.

Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) Afyonkarahisar Meslek Yüksek Okulu Öğretim Görevlisi Abdi Atılğan'ın, çay ekstraktından ürettiği "Çay Boyası" Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillendi.

Atılğan, yaptığı açıklamada, yaklaşık beş yıldır üzerinde çalıştığı "Çay Boyası" projesi ile fabrikalarda ortaya çıkan atık çaylardan doğal boya üretmeyi amaçladığını söyledi.

Doğal çay boyasının kağıt, ahşap, tekstil ve benzeri endüstri malzemelerini boyamada kullanılabileceğini belirten Atılğan, "Türkiye'de 150'ye yakın renk veren bitki var ama genellikle bunların sürdürülebilirliği yok. Çünkü çok az miktarda çıkıyor ve bütün talebi karşılayacak durumda değil. Onun için numunesel anlamda yapılıyor bu işler ama çay yıllardır meşrubat olarak tükettiğimiz bir bitki. Dünya çay tüketiminde ilk, üretiminde ise 5. sıradayız." diye konuştu.

Atılğan, Türkiye'de Çaykur ile özel sektörün yaklaşık 270 fabrikası olduğunu, bu tesislerde 40 bin ton atık çayın oluştuğunu aktardı.

Atık çaylardan boya elde ederek bunları değerlendirmek istediğini belirten Atılğan, "Çayı bir



düzenekte kaynatıyoruz. Rengini suya bırakmasının ardından suyu süzerek ya da uçurarak renk pigmentini elde ediyoruz. Bu renk pigmentini daha sonra sulu çözelti olarak kullanabiliyoruz. Renk olarak da kahverenginin açığıyla siyaha yakın bir

## Kimyasal Madde İçermiyor

Kimyasal boyaların çok tehlikeli ve sağlığa zararlı olabildiğine dikkati çeken Atılgan, “Kimyasal boyalar ortama kanserojen madde içeren solunabilir konforsuz bir hava sunuyor. Renk pigmentinde bağlayıcı olarak katkı maddeleri kullanılıyor. Çayda ise bağlayıcı madde olarak su kullanıyoruz.” dedi.

Atılgan, çay boyasının özellikle ahşap malzemelerin ömrünü uzatmak için ön koruma işleminde kullanılabileceğine işaret ederek, sözlerini şöyle sürdürdü:

“Ahşap çok doğal bir malzeme ama kısa ömürlü. Bunun ömrünü ön koruma dediğimiz emprenye malzemeye yapabiliyoruz ama bunlar bakır, krom, arsenik gibi çok tehlikeli malzemelerdir. Doğal olan ahşabı, iç hava koşullarında kullanılamayacak derecede tehlikeli, kimyasal bir duruma getiriyor. Çay boyası ahşapta ön koruma malzemesi olarak kullanılabilir. Astar kumaşlarda böceklerden korumak için kullanılabilir. Aynı zamanda renklendirme amaçlı da kullanılır. Ülkemizde ortaya çıkan 40 bin ton atık çay tarlalarında gübre olarak değerlendiriliyor. Herhangi bir maddi değeri yok. Çok ucuza mal edilebilecek bir malzeme. Bütün

tonunu elde edebiliyoruz. Endüstride yüzde 20 oranında bir kahverengi kullanımı söz konusu. Özellikle ahşap malzemelerde çok miktarda kullanılıyor.” ifadelerini kullandı.

dünyanın doğal boya talebini karşılayabilecek bir malzeme.”

Yaklaşık 5 yıldır sürdürdüğü çalışma sonucu bulduğu ürünün, Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından “Çay Boyası” adıyla tescil edildiğini vurgulayan Atılgan, bütün testlerde başarılı sonuçlar elde ettiğini ifade etti.

Atılgan, elde ettikleri sonuçların son derece başarılı olduğuna değinerek, şunları kaydetti:

“Bütün tekstil ve ahşap ürünleri ile yapı malzemelerinde kullanılabilecek, estetik görünüm sağlayacak, doğal, ekolojik ve dönüştürülebilir bir malzeme ürettik. Geri dönüşümde doğaya zarar vermiyor çünkü organik bir malzemeye renklendirilmiş oluyor. Özellikle ahşap veya peluş dediğimiz, bezden yapılan çocuk oyuncaklarını renklendirmede çok büyük sıkıntı var. Çocuklar zekalarını etkileyecek derecede zararlı kimyasallar soluyor. Bunlar ortamdaki mobilyadan, kumaştan geçebiliyor ama çocuk oyuncaklarını da doğal boyalarla, özellikle çay boyasıyla boyadığımız zaman hiçbir zararı olmayacaktır.”



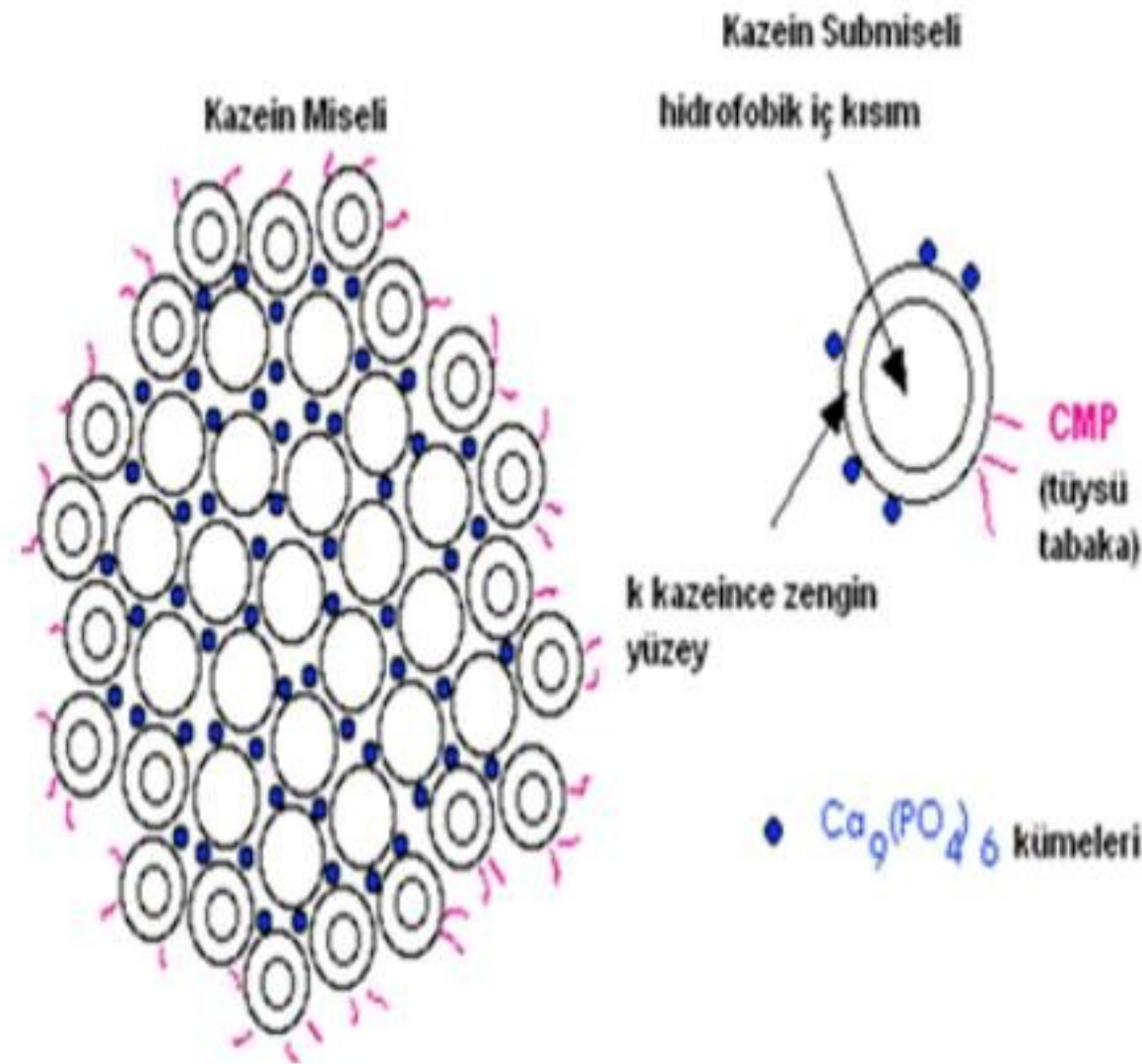
# VAZGEÇİLMEZ PROTEİNLERDEN KAZEİN'İN ÜRETİMİ

Kazein insan vücudunda vazgeçilmez bir proteindir. İnsanın büyüme evresinde vücuda yararı olurken, kasların gelişiminde de önemli bir etkiye sahiptir. Kazeinin bir çok üretim prosesi bulunmaktadır. Bunların içerisinde en çok kullanılanı süttten kazein üretimidir. Bu yöntem üretim prosesinin kolaylığından ve hammaddenin ucuz, kolay bulunmasından dolayı tercih edilmesinin sebeplerindendir.

Kazein, genel olarak süt proteini olarak bilinir. Böyle denmesinin sebebi, sadece sütte bulunması ve süttün en büyük protein kısmını oluşturmamasından ileri gelir. Süttün içerisinde yüzlerce protein olmasına rağmen, kazein yüzde 80 gibi bir paya sahiptir. Kazein memeli hayvanların süttlerindeki azotlu maddelerin temelini meydana getiren “fosfoprotein” grubundan bir proteinli maddedir. Yapısında, çokça etkileşime girmemiş prolin peptitleri vardır.

İneklerin tam süttteki kazein miktarı, ineğin cinsine ve emzirme evresine göre değişir, ancak genellikle 24-29 g/L aralığındadır. İnek süttünde kazein miktarı genelde yüzde olarak %2,63 iken koyunda %4,5, keçide ise %3,1 civarındadır. Kazein, proteine bir ester bağlantısı ile kovalent bağlı 0,7-0,9% fosfor içerir. Sonuç olarak kazein fosfor proteini olarak bilinir. Böylece, kazein son derece besleyici bir protein olarak düşünülebilir.

Mika ise kazein moleküllerinin kümeleridir ve kazeinin beyaz ve opak görünümünü sağlar. Kazein fosfor proteini olarak bilinir. Böylece, kazein son derece besleyici bir protein olarak düşünülebilir. Kazein, misel olarak adlandırılan karmaşık molekül gruplarından oluşur. Miseleller, kalsiyum, inorganik fosfat ve sitrat iyonlarından oluşur [1].



Toplam süt proteinlerinin yaklaşık %85'ini oluşturan kazein, sütte kazein miselleri adı verilen partiküller halinde kolloit bir sistem oluşturur [1]. Miseleller, kazein molekülleri, kalsiyum, inorganik fosfat ve sitrat iyonlarından oluşur ve tipik bir molekül ağırlığı birkaç yüz milyona sahiptir [2]. Misellerin %80'inin (ağırlık olarak) çaplarının 100-200 nm, %95'inin ise

80-440 nm arasında değiştiği ortalama çapında 160 nm olduğu belirlenmiştir. Kazein misellerinin delikli bir yapı gösteren yüzeylerinde aynı zamanda dışarıya doğru uzantılar bulunur. Tam küresel görünümlü bir yüzeye de sahip olmayan kazein misellerinin diğer bazı karakteristikleri ve ortalama kompozisyonu aşağıdaki tablolarda verilmiştir [1].



Karakteristikler	Ortalama Değerler
Çap	130 - 160 nm
Yüzey	$8 \times 10^{-10} \text{ cm}^2$
Hacim	$2.1 \times 10^{-15} \text{ cm}^3$
Yoğunluk	1.0632 gr/cm <sup>3</sup>
Kütle	$2.2 \times 10^{-15} \text{ gr.}$
Su içeriği	% 63
Bir gramının süt içinde kapladığı hacim (Voluminosity)	4.4 cm <sup>3</sup> /gr
Molekül ağırlığı (sulu)	$1.3 \times 10^5 \text{ dalton}$
Molekül ağırlığı (susuz)	$5 \times 10^4 \text{ dalton}$
1 ml sütteki sayısı	$10^{14} - 10^{16}$
Toplam yüzey alanı	$5 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{ml süt}$

Bileşenler	Miktarlar (gr/100 gr misel)
$\alpha_{s1}$ - kazein	35.6
$\alpha_{s2}$ - kazein	9.9
$\beta$ - kazein	33.6
$\kappa$ - kazein	2.3
Minör kazeinler	2.3
Kalsiyum	2.9
Fosfat	2.9
Mağnezyum	0.1
Sodyum	0.1
Potasyum	0.3
Sitrat	0.4
Salik asit	0.3
Galaktoz	0.2
Galaktozamin	0.2

1960'lara kadar kazeinin başlıca kullanım alanları ahşap için yapışkanlar, kağıt kaplamada, deri kaplamada ve sentetik elyaflarda olduğu gibi düğmeler, tokalar için plastikler gibi teknik olmayan, gıda dışı uygulamalardır. Son 30 yılda, Kazein ürünlerinin başlıca kullanımı, kırbaçlama ve köpürme, su bağlama ve koyulaştırma, emülsiyonlaşma ve doku gibi fiziksel (sözde işlevsel) özelliklerini artırmak ve beslenmelerini geliştirmek için gıdalarda bir bileşen olarak görülmüştür. Süt sanayinde; tereyağı imalatında, kremanın yayılma yeteneğini artırmak amacıyla, yoğurt üretiminde kuru maddeyi arttırmak ve yapıyı düzeltmek amacıyla, dondurma üretiminde kitlenin korunması için sodyum kazeinattan yararlanılır.

Ayrıca kazein; kireç, sodyum karbonat, boraks v.b. alkali çözeltilerde çözüldüğünde güçlü bir tutkal elde edilir. Kağıt sanayinde ise, kağıtların daha kaliteli, parlak, baskı için daha uygun hale getirilmesi amacıyla kazeinden yararlanılır. Kazeinden işlenen sentetik kumaşlar güveye ve küfe karşı daha dayanıklı olduğundan, buruşmaması ve yün gibi çekmemesi gibi nedenlerle tekstil sanayinde aranan bir maddedir. Plastik sanayinde ise, kazeinden yararlanılarak çeşitli ziynet eşyaları, düğmeler, tarak, piyano tuşları, bilardo topu, dolmakalem, şemsiye sapı gibi birçok madde yapılmaktadır [3].

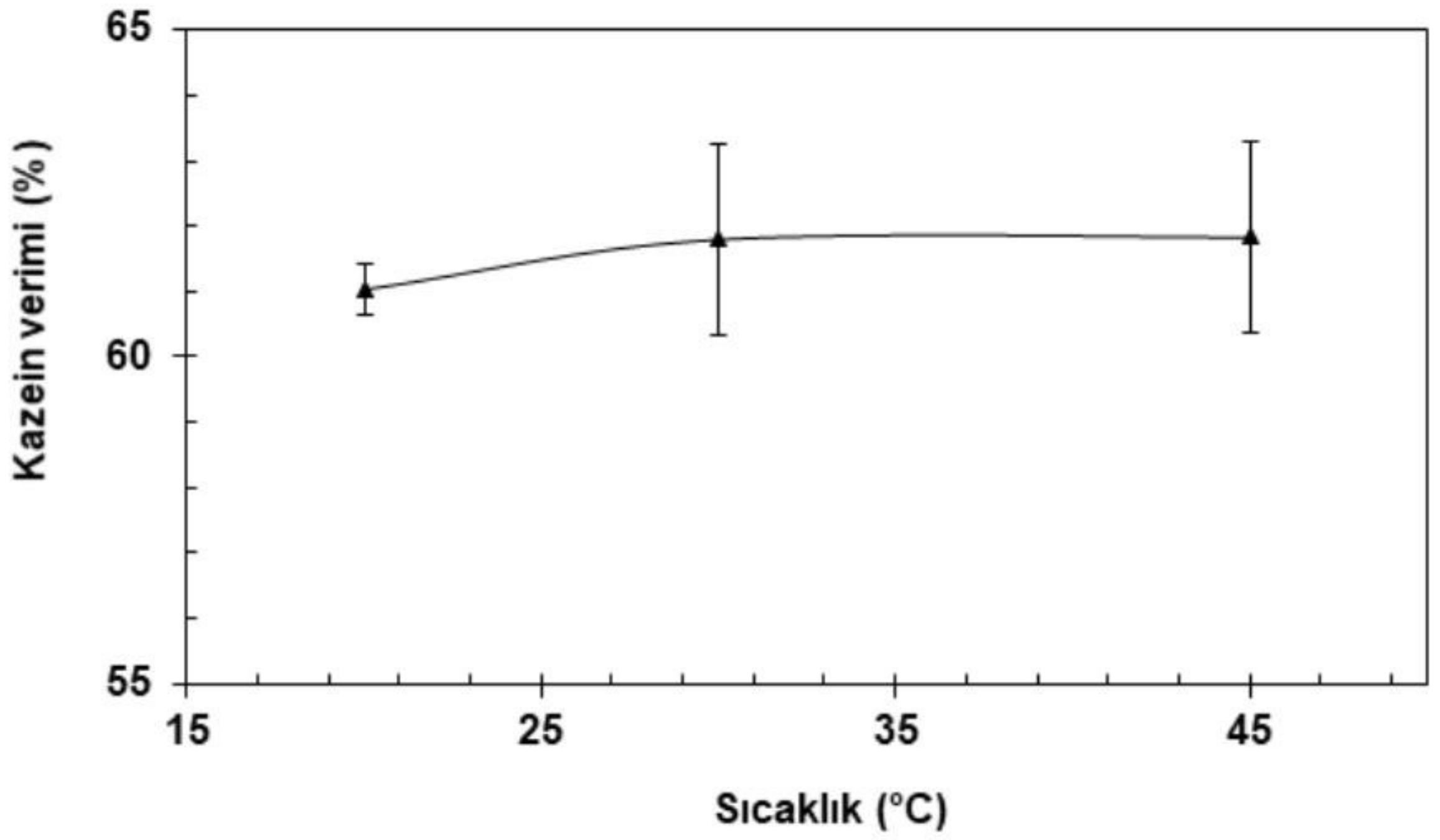
Kazein, genel olarak süt proteini olarak bilinmesi sütte bulunması ve süütün en büyük protein kısmını oluşturmasından ileri geldiği için kazein üretiminin en kolay yolu süttten elde etmektir. Kazein süttten asit ilavesi ile izoelektrik noktası pH 4,6 'da çöker veya süt kendi kendine ekşidiği zaman kazein yavaş çöker. Kazein süttten asitle izoelektrik noktaya ulaşınca çökerken, kalsiyum fosfat ayrılır. Kazeinin en kolay üretim sistemi 3 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde süütün sirke ile

hazırlanması bölümü , ikinci bölüm kazeinin süzülerek süttten ayrılıp kurutulmaya gönderilmesi bölümü ve üçüncü bölüm ise elde edilen kazeinlerin elde edildiği bölümüdür.

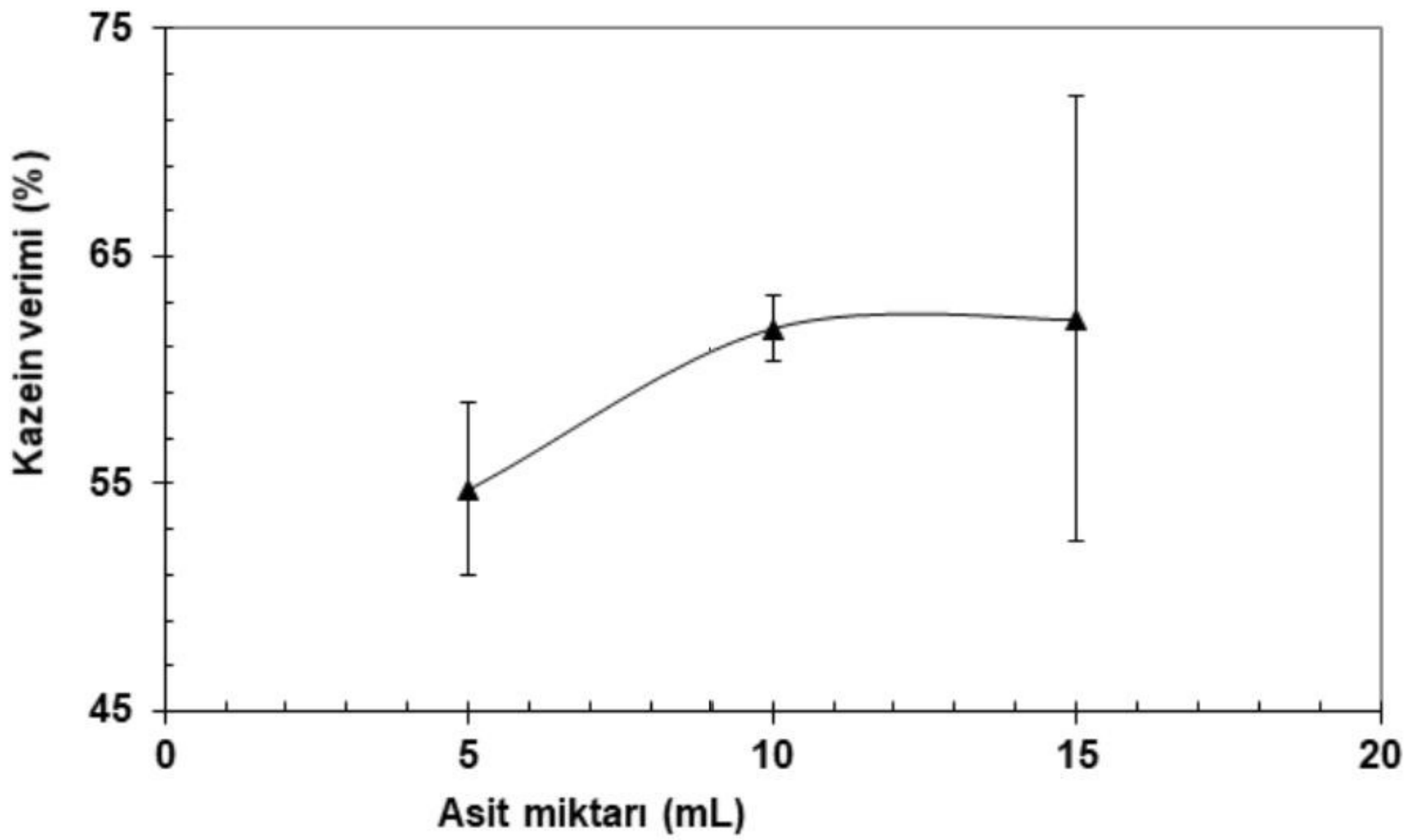
İlk aşamada süt içerisine beyaz sirke eklenip karıştırılır , ikinci aşamada ısıtılır ve son aşamada ise süzülür. Süzgeç kağıdında kalan ürün kazeindir ve kurutularak işlenmeye veya yan ürün olarak kullanılmaya hazırdır.

Bu üretimi etkileyen 3 farklı parametre bulunmaktadır. Birinci parametre sıcaklıktır. Sıcaklığın artışıyla elde edilen kazein miktarında artış gözlemlenmektedir.





İkinci parametre ise asit miktarı yani eklenen sirkenin miktarıdır. Asit miktarının artışı sıcaklıkla aynı şekilde kazein miktarını artırmaktadır.





Üçüncü parametre ise kullanılan sütün çeşitliliğidir. Yapılan deneysel çalışmalara göre aynı sıcaklık aralığında öncelikle günlük süttten daha sonra yağlı ve light süttten en iyi verim alındığı sonucuna varılmıştır. İnsan vücudu için en önemli protein olan ve gıdanın

yanında tekstil, plastik sanayi, tutkal yapımı ve zirai mücadele ilaçlarının yapımında kullanılan kazeinin en kolay üretim yöntemi ve etkileyen parametreler açıklandığı gibidir.

#### Kaynaklar

1. C.Koçak, 'Kazein Misellerinin Yapısı, Kompozisyonu ve Stabilitesi', Ankara,1987
2. P.D.,R.D., "An Electron Microscope Study of Casein Micelles.", Dairy Res.,Vol. 31, P.285,1975.
3. P.M.Tomasula, J. C. Craig,R.T. Boswell, "A Continous Process for Casein Production Using High-pressure Corbon Dioxide", USA, 1997.



Eda Şenol Kara  
Kimya Mühendisi (Mezun)  
kmedasenol@gmail.com



# ELEKTRİKLİ ARAÇLAR KENDİ ELEKTRİĞİNİ ÜRETECEK



Doç. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan, nanomalzemeler aracılığıyla geliştirdiği yakıt pili sayesinde elektrikli araçlar kendi elektriğini üretecek. Benzinli araçlar yüzünden fosil yakıtların tükenme sorunuyla karşı karşıya olduğumuzu dile getiren Yurtcan, “Güneş, rüzgar gibi alternatif enerji üretimi çok önemli. Dünyanın geleceği için alternatif enerji üretimi yapmak zorundayız” diyor.

Fosil yakıt tüketimini arttıran benzinli araçların yerini günümüzde yavaş yavaş elektrikli araçlar almaya başlıyor. Doğal enerji kaynaklarından birinin tüketimi de böylece azalıyor. Fakat elektrik üretimi için ekstra güç gerekiyor. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden Doç. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan, tam da bu konuda elektrikli araçlar için geliştirdiği yakıt sistemi ile hem enerji tasarrufunun önünü açıyor hem de maliyeti düşürüyor. Nanomalzemeler aracılığıyla geliştirdiği yakıt pili sayesinde araçlar kendi elektriğini üretip uzun süre yol alabilecekler. Elektrikle çalışan araçlardaki lityum bataryaya rakip olacak yakıt pili alanındaki çalışmayla geçen yıl Türkiye Bilimler Akademisi Başarılı Genç Bilim İnsanı Ödülü’nü kazanan Yurtcan, “Elektrikli araçlarda kullanılan lityum bataryaların tıpkı laptop pilleri gibi şarj edilirken yakıt pili şarj olmuyor. Hidrojen dış depoda toplanarak elektrik enerjisine dönüşüyor” diyor.

## Temiz Enerji Üretmeliyiz

Benzinli araçlar yüzünden fosil yakıt tüketiminin sadece ülkemiz için değil dünya için bir sorun olduğunu belirten Yurtcan, “Şu an mevcut üretilen enerjinin yüzde 75’i fosil yakıt tabanlı. Çevresel hassasiyetlerden ve fosil yakıtların tükenme durumundan dolayı yeni teknolojilere ihtiyacımız var. Güneş, rüzgar, dalga gibi kaynakların alternatif enerji üretiminde kullanımı günümüzde çok önemli. Eğer enerjiyi alternatif kaynaklardan elde edebilirsek çok temiz bir enerji döngüsüne sahip olacağız” şeklinde konuşarak ekliyor: “Lityum bataryalar şarj edilirken yakıt pillerinde hidrojen dolumu yapılmaktadır. Lityum bataryaların yarım saat ile 12 saat gibi bir şarj süreleri vardır. Ama yakıt pillerinde enerji için hidrojen kullanılıyor ve hidrojenin dolumu da 5 dakikadan az bir sürede yapılıyor. Bu kadarlık bir dolum ile de 480 kilometre yol gidilebilir.”



## Türkiye Farkındalık Sahibi

Yakıt pilli araçlar konusunda dünyada muazzam gelişmeler olduğunu belirten Yurtcan, “2018 yılında dünyaca ünlü araba ve petrol şirketleri özellikle yakıt pilli araçlar konusunda birlik oluşturdular. Yakıt pilinin maliyeti dışında hidrojenin üretilmesi de sorun yaratıyor. Hidrojen altyapısında halen sıkıntı var. Fakat pil teknolojisi daha az platin kullanımı ile daha fazla elektrik enerjisi üretecek konuma geldi. Türkiye’de de çeşitli üniversitelerimizde yakıt pilinin farklı bileşenlerinin sentezi için oldukça

güzel çalışmalar yürütülüyor. En son Kalkınma Bakanlığı yakıt pili altyapısını oluşturmak üzere proje çağrısında bulundu. Bu alanda doktora öğrencilerine burs sağlandı. Yine bu alanda TÜBİTAK bursu veriliyor ve proje çağrısına devam ediliyor. Dolayısıyla ülkemizde bu konunun önemi hakkında iyi bir farkındalık var. Sadece çalışmalarımızın akademik olarak kalmaması için sanayi ile biraz daha işbirliklerinin sağlanması gerekiyor” şeklinde konuşuyor.

## Altından Pahalı

Yaklaşık 16 yıldır yakıt pilleri üzerine çalışan Yurtcan, Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde yüksek lisans ve doktora çalışmasını temiz enerji alanında yapmış. Yakıt pilleri üzerine katıldığı bir seminer sonrasında Türkiye’de ilk kez bu alanda çalışan Prof. Dr. İnci Eroğlu’nun kapısını çalarak kendisiyle çalışmak istediğini söylemiş. Yakıt pilleri üzerine çalışırken ABD’ye ziyaretçi öğretim görevlisi olarak

gittiğinde de nanoteknoloji konusu üzerine çalışmış. Böylece akademik kariyerini bu iki alan üzerinde birleştirmiş. Yakıt pillerinin aktivitelerini artırabilmek için uğraşan Yurtcan, “Yakıt pillerinde platin bazlı elektrotlar kullanılıyor ve platin altından bile pahalı bir malzeme. Yakıt pilinde kilovat başına düşen platin miktarını ne kadar düşürebilsek bu sistemlerin ticarileşmesi o kadar kolay olacak” diyor.

## Bilime Verilen Destek Artıyor

Türkiye’de son yıllarda özellikle bilimsel tabanlı proje desteklerinde dünyada öncelikli alanların belirlenildiğinin altını çizen Doç. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan, “Artık bilimsel anlamda bir dönüşümün başladığını görüyoruz. Yakıt pili

teknolojisi de yine yakalayabileceğimiz ve önemli adımlar atabileceğimiz bir teknoloji. Dolayısıyla bu konunun da öncelikli alanlar çerçevesinde değerlendirilip değerinin bilinmesi biz yakıt pili çalışanları için ayrıca umut verici” diyor.



# MALDI-TOF

## KÜTLE SPEKTROMETRİSİ

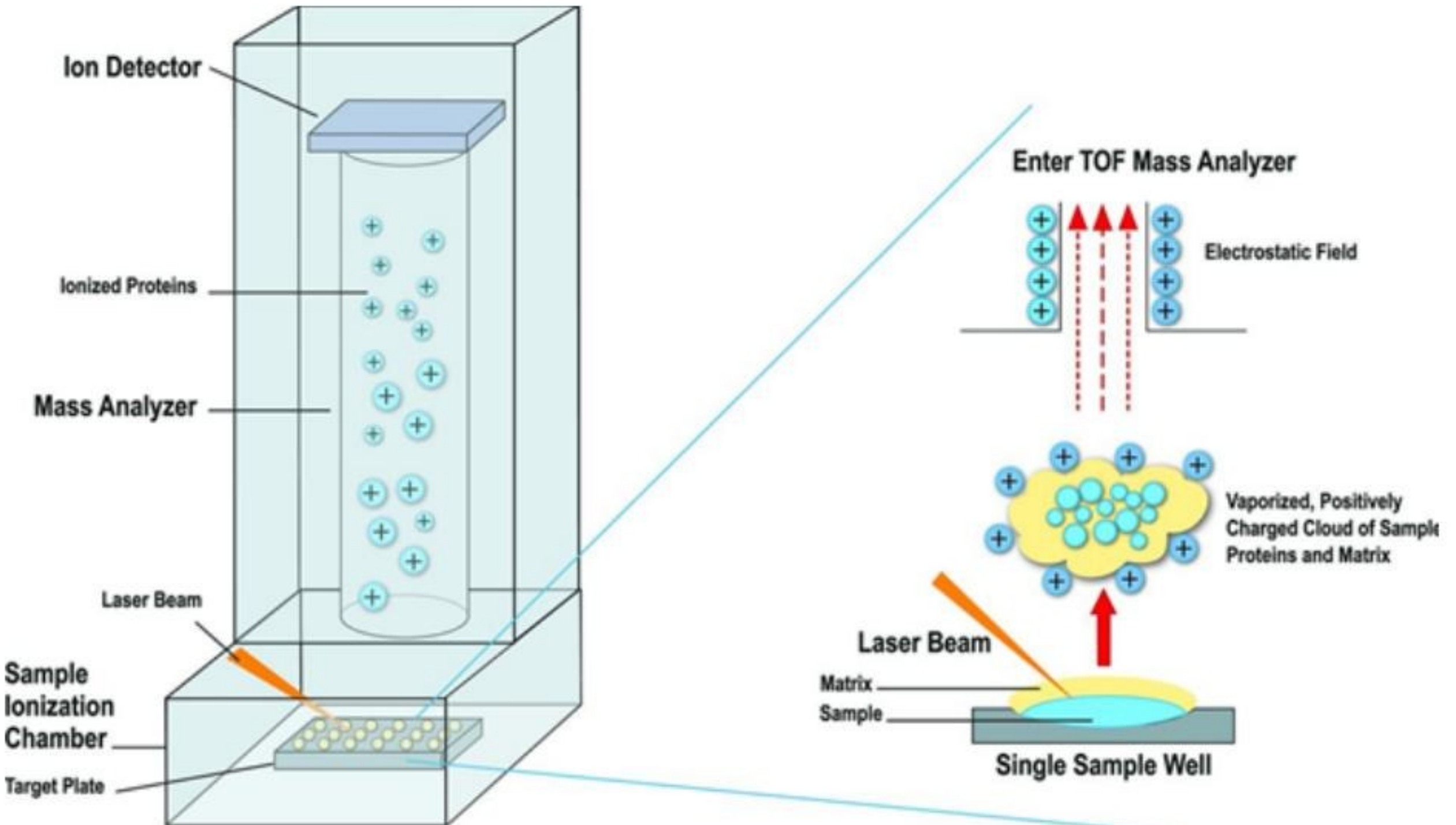
### VE UYGULAMASI

Kütle spektrometresi kimya ve analitik ve diğer ilgili alanların en önemli analitik yöntemlerinden biridir. Özellikle bilinmeyen maddelerin yapı tayininde veya bilinen analitlerde, kütle spektrometresi çok yaygındır. Tek bir kütle bilgisine dayanarak bir analitte bulunan elementleri ve hatta onun ampirik formülünü belirlemek mümkündür. Bu yazı özellikle MALDI-TOF kütle spektrometresi ile ilgilidir. Adı İngilizceden (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-flight mass spectrometer) türeyen MALDI TOF genellikle bu kısaltma ile anılmaktadır.

MALDI-TOF kütle spektrometresi, Alman bilim insanları Hillenkamp ve Karas tarafından hafif bir iyonizasyon yöntemi olarak 1985 yılında keşfedilen genç sayılacak bir yöntemdir. Sonuçları amino asit alaninin amino asit triptofana eklendiğinde iyonize edildiğini ortaya koydu. Triptofan, 266 nm'de darbeli lazerin enerjisini emerek emici olmayan alanin iyonize edilmesine yardımcı olur. Bununla birlikte,

aynı tipteki "matris" ile karıştırıldıktan sonra başka türde peptidlerin iyonlaşabileceğini sonuçlanmıştır. Aynı şekilde, Koichi Tanaka'nın grubu, küçük kobalt parçacıklarının (30 nm) gliserin içine karıştırılması ve düşük maliyetli azot lazeri (337 nm) kullanılmasıyla büyük ilerleme kaydetti. Ve böylece 1990'lı yılların başında ilk ticari cihazlar piyasaya sürüldü ve dünya MALDI ile tanıştı.

Günümüzde, MALDI kütle spektrometresi TOF analizörleri ile birleştirilmektedir. Lakin farklı kombinasyonlarında bulunduğunu belirtmek gerekir. Ancak bu yazı genel bir bakış elde etmek için MALDI-TOF ile sınırlıdır. Kütle spektrometresi ve onun işlevi hakkında konuşabilmek için böyle bir MALDI-TOF cihazının yapısı ile ilgili bir taslak sunmak önemlidir.

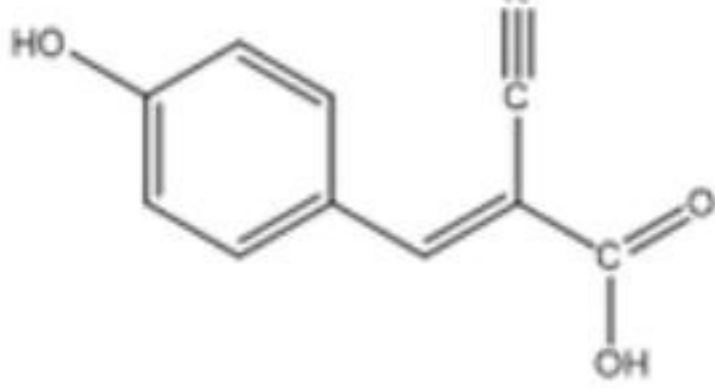




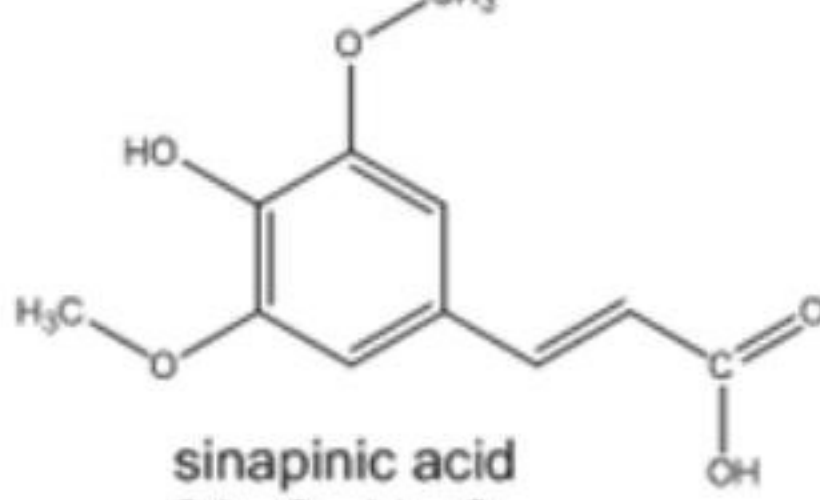
MALDI TOF MS, analitin cihaza sokulduğu bir girişten oluşur. İyon kaynağı, kütle analizörü ve dedektör sonraki kısımlardır, ancak bunlar yüksek vakum altındadır.

MALDI TOF ile ölçme aşaması, test edilecek analiti uygun bir matris ile karıştırıp spektrometrenin hedefine uygulayarak başlar. Adından da anlaşılacağı gibi, bu kütle spektrometresin özelliği analitin matris tarafından desteklenmektedir. Doğru matrisin

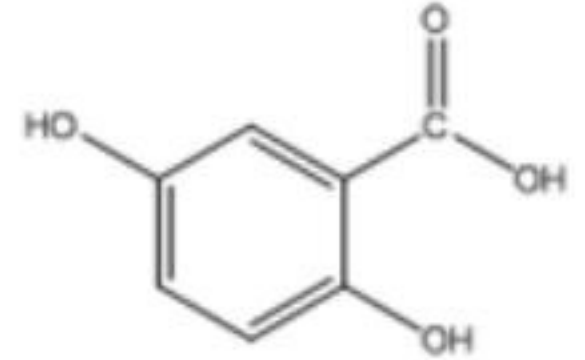
seçilmesi deneydeki en önemli unsurdur. Bu nedenle, bu daha ayrıntılı olarak tartışılmalıdır. MALDI matrisleri kabaca iki sınıfa ayrılabilir: inorganik matrisler ve organik matrisler. İnorganik olanlar genellikle düşük buhar basıncına sahip organik bir sıvıya asılmış çok küçük metal, metal oksit veya grafit parçacıklarıdır. Örneğin; Tanaka, deneylerinde gliserolde kobalt nanopartiküllerini (30 nm) kullanmıştır. Ancak yoğun olarak organik matrisler tercih edilmektedir.



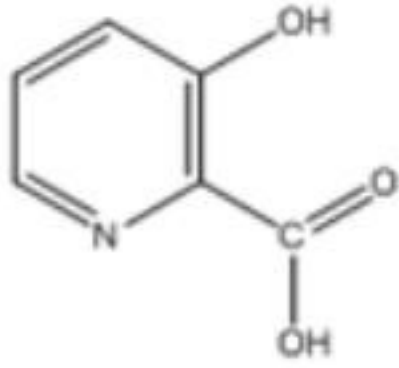
**$\alpha$ -cyano-4-hydroxycinnamic acid**  
CCA  $C_{10}H_7NO_3$   
peptides and small molecules



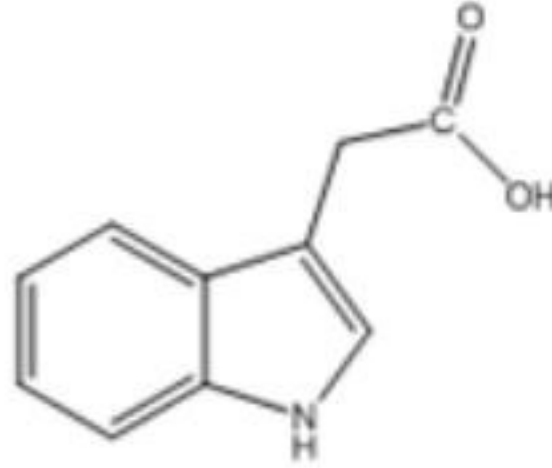
**sinapinic acid**  
SA  $C_{11}H_{12}O_5$   
proteins



**2,5 dihydroxybenzoic acid**  
DHB  $C_7H_6O_4$   
oligosaccharides



**3-hydroxypicolinic acid**  
HPA  $C_6H_5NO_3$   
oligonucleotides



**3-indoleacrylic acid**  
IAA  $C_{10}H_9NO_2$   
organic polymers

Görselde en yaygın matrisler belirtilmiştir. Lakin burada analitine bağlı olarak farklı matrislerin gerekli olduğu belirtilmelidir (lipidlerin, proteinlerin veya diğer makromoleküllerin incelenip incelenmeyeceği gibi bilgiler). Genel olarak bir matrisin sahip olması gereken sıfatlar ancak bunlardır:

- Her durumda kullanılan lazerin (UV veya IR) aralığını kaplayan optik absorpsiyon
- Numune ile reaksiyon göstermemeli
- Düşük buhar basıncına sahip olmalı
- Matrisin farklı sistemlerde çözünürlüğü

Matris seçimi kadar, hazırlanışı da önemli bir rol oynamaktadır. En yaygın yöntem, matris ve analit solüsyonu birlikte karıştırmak ve daha sonra pipet ile 1  $\mu$ l uygulamaktır. Bu yöntemi uygulamak hem kolay

hem hızlıdır. Bir başka olasılık ise matris çözeltisi ve analit çözeltisini ardarda olarak uygulamaktır.

Matrisin önemini bir kez daha vurgulamak için şunlar belirtilmelidir ki; matrislerle ilgili çok sayıda çalışma, Avrupa'daki çeşitli üniversitelerde ve araştırma birimlerinde gerçekleştirilmektedir. Mevcut matrislerin kombinasyonu veya daha da önemlisi, MALDI-TOF araştırması için potansiyel matris adaylarının sentezi ve araştırması yapılmaktadır.

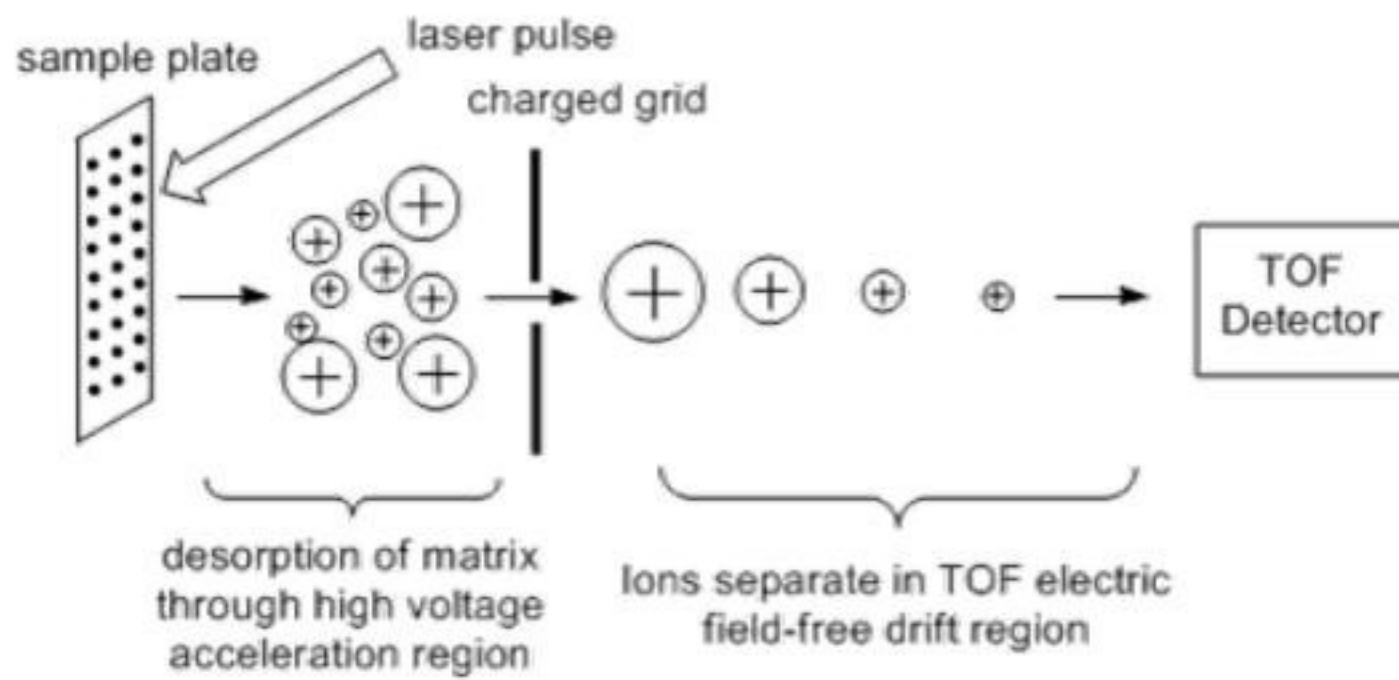
Numune100: 1 ila 100.000: 1 oranında (matris: analit) plakaya yerleştirilir. Bunun nedeni, lazer bombardımanı sırasında analit moleküllerinin muhtemel ayrışmasını önlemektir. Genel olarak MALDI-TOF plakası bu şekildedir:





Numune girişinden sonra, matris ve analit karışımının bulunduğu nokta belirli bir dalga boyundaki darbeli bir lazer ile ışınlanır. Burada, ultraviyole ve kızılötesi lazerler arasında bir ayırım yapılır. UV lazer olarak azot lazer (337nm) veya Nd: YAG lazer (266nm) kullanılır. UV lazerler IR lazerlere kıyaslandığında daha fazla uygulamaya sahiptir. Kızılötesi ışınlarının

daha büyük penetrasyonu önemli olduğunda IR lazerler esasen kullanılır. Lazer bombardımanı numune molekülünü plakadan kaldırır ve iyonlar olarak gaz fazına getirir. Bu işleme desorpsiyon denir. Hangi yansıtma modunun ölçüleceğine bağlı olarak, anyonlar veya katyonlar oluşur.



Lazerin absorpsiyonu esasen yüksek matris fazlalığı nedeniyle moleküllerin kışkırtmasına neden olur. İlke olarak, bir lazer palsı numunenin ani ve çok güçlü bir şekilde ısıtılmasına yol açar. Bu durumda, kaynama noktasının çok üzerinde olan sıcaklıklara ulaşılır. Sonuç olarak, ışınlanmış numune yüzeyinden bir desorpsiyon bulutu oluşur. Üretilen ısının yalnızca

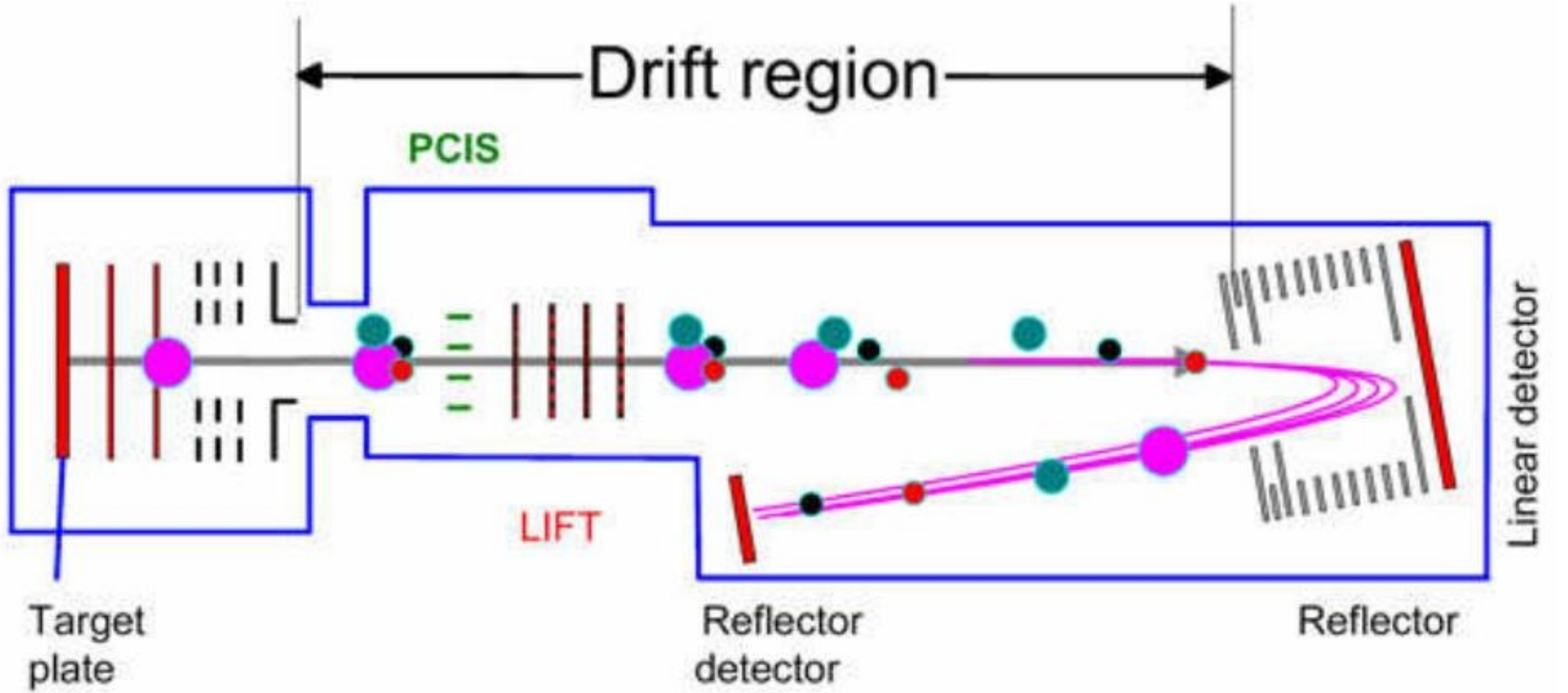
küçük bir kısmı ısı aktarımı ile giderilebildiği için desorpsiyon bulutunun patlayıcı bir genişlemesi vardır. Desorpsiyon bulutu hem partikülleri, hem de nütriyumları ve iyonları içerir. Moleküler kütlelerinden bağımsız olarak, iyonlar 400 ila 1200 m·s<sup>-1</sup> arasında hızlardan çıkarlar.



Malesef MALDI kütle spektrometrisinin iyonizasyon süreci henüz aydınlatılamamıştır. Bu işlemler ile ilgili sorun, hepsinin saniyenin en küçük kesirleri içinde, genellikle nanosaniye veya pikosaniye aralığında gerçekleşmesidir. Bu nedenle, farklı yaklaşımlara sahip bazı modeller sunulmuştur ancak bunlar sadece iyon oluşumu sürecini kısmen tarif edebilmektedir. Hillenkamp ve Karas tarafından önerilen fotoiyonizasyon modeli analit, kristalize matrisin kristal kafesinde nötr bir formda mevcut olduğunu anlatıyor. Lazer bombardımanı, aşırı miktarda bulunan matris moleküllerinin fotoiyonizasyonuna yol açar ve desorpsiyon bulutunda veya gaz fazında matris ile analit arasındaki yük değişimi gerçekleşir.

İkinci model "Lucky-Survivor-Modell" olarak adlandırılır. Burada analit iyonlarının iyon olarak kristalin içine gömülmüş olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımın nedeni, bir pH göstergesinin renginin farklı asidik veya bazik matrislerle kristalleştirildiğinde değişmediğidir. Ayrıca yüklenme durumu, tek başına protonlaşma ile meydana gelmek zorunda değildir, alkali metal iyonları gibi metal iyonlarından da kaynaklanabilir.

Oluşan iyonlar kütle analizörüne iletilir. MALDI esas olarak TOF analizörü ile birleştirilir. Bir TOF yapısı şöyle görünür:



TOF analizörü, bir iyon ayna görevi gören bir reflektörden oluşur. Bu, alanın yönünü değiştirerek iyonların yönlendirildiği anlamına gelir. Reflektör; artan bir elektrot potansiyeline sahip, dairesel elektrotlardan oluşan frenleyen bir elektrik alanından oluşur. İyonlar, kinetik enerjilerini kaybedinceye kadar reflektöre geçer ve daha sonra reflektörden ters yönde çıkartılır; çıkan iyonların kinetik enerjisi aynı kalırken, uçuş rotası kinetik enerjideki farklılıklara göre farklılık gösterir; çünkü daha yüksek kinetik enerjili iyonlar daha derinlere nüfuz eder ve böylece reflektörde düşük enerjili iyonlara göre daha uzun kalır. Bu, reflektör tarafından bir uçuş süresi düzeltmesine yol açar ve bu da TOF analizörünün çözünürlüğünü büyük ölçüde geliştirir. Bu kütle analizörü, diğerlerinden daha belirgin bazı avantajlar sunar, bu nedenle MALDI kütle spektrometrisindeki en önemli özelliklerden biridir. Bunun en önemli nedeni TOF kütle spektrometresi ile belirlenebilen neredeyse sınırsız kütle aralığıdır, çünkü tüm iyonlar aynı anda ölçülür. Bu büyük moleküler kitlelerin belirlenmesinde özellikle

önemlidir. Buna ek olarak, bir uçuş süresi kütle spektrometresi, bir saniyenin bir fraksiyonunda birçok spektrum yakalama yeteneğine sahiptir. Bu, bir MALDI kaynağının lazer darbesi ile mükemmel şekilde senkronize olmasını sağlar.

Ardından, iyonlar dedektörde tespit edilir ve belirlenen bir kütle / yük oranı olan bireysel türlerin belirlenmesi de yapılır. İlgili yazılımın bulunduğu bilgisayarda kütle spektrumu elde edilir.

İlk başta belirtildiği gibi, MALDI-TOF, araştırmanın önemli bir parçasıdır. Analitik ve biyolojiyi değil, bilimin diğer alanlarını da şekillendirir.



Bunlardan sadece bazıları şunlardır:

- Biyomoleküllerin yapısı
- Genel olarak: Kimya, Biyoloji, Tıbbi araştırma
- Protein Araştırması
- Malign tümörler tanısında kanser araştırmaları
- Ürün güvenliği için gıda araştırması
- Toksikoloji
- Bakteriyoloji
- İlaç araştırmaları

TOF kütle spektrometresinin günümüzdeki birçok araştırmanın hali olduğunu söyleyebiliriz. 1990 yılında MALDI ile ilgili yayın sayısı 70 iken bu sayı 2010'a kadar 3864'e ulaştı.

Son olarak MALDI-TOF ile ve MALDI-TOF üzerine yapılan araştırmaların gelecek vaat ettiğini söylemek istiyorum ve kesinlikle bilim için yeni kapılar açacağına inanıyorum. MALDI ile ilgili ayrıntılı bilgi kaynaklardan edinilebilir.

Sonuç olarak, neredeyse 100 yaşında olan MALDI-

#### Kaynaklar

- Advances in MALDI and Laser-Induced Soft Ionization Mass Spectrometry, Rainer Cramer, 2016, Springer
- Fundamentals of MALDI-ToF-MS Analysis, Samira Hosseini & Sergio O. Martinez-Chapa, 2017, Springer
- Massenspektrometrie, Jürgen H. Gross, 2011, Springer Spektrum
- <http://maldi.ch.pw.edu.pl/pomiary/Artykuly/Introduction%20MALDI-TOF-TOF.pdf>



Zülbiye Kılıç  
**Kimyager (Lisans Öğrencisi)**  
zulbiye93@googlemail.com



# EKSİ 80 DERECEYE KADAR DONMAYI ENGELLEYEN MADDE BULUNDU



Üsküdar Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi araştırmacıları,yaptıkları çalışmalar sonunda yeni bir madde sentezledi. Antifriz özelliğe sahip olan bu madde; eksi 80 dereceye kadar donmayı engelliyor.

Canlı hücrelere karşı toksik olmayan maddenin, hücre dondurma işlemlerinde kullanılabileceği açıklandı.

Üsküdar Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Belkıs Atasever Arslan, İstanbul Üniversitesi Kimya Fakültesi Anorganik Kimya Bölüm Başkanı Doç. Dr. Bahri Ülküseven ve Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü Anorganik Kimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Tülay Bal Demirci buluşlarının patenti için başvuru yaptı.

Yrd. Doç. Dr. Belkıs Atasever Arslan buluşları

hakkında açıklamalarda bulundu: “Yaptığımız çalışma sonucunda sağlıklı hücrelerde bu maddenin toksik etki göstermediğini ve canlı hücrelerin dondurulmasında kullanılabileceğini bulduk. Bu madde toksik olmaması nedeniyle canlı yapıların dondurulmasında kullanılabilir. Ayrıca çok düşük sıcaklıklarda donmayı engellediği için antifriz maddelerin diğer kullanım alanları olan motorlu taşıtlarda, tarım alanında, soğutma sistemlerinde ve donmanın engellenmesi gereken cihazlarda da kullanılabilir.”



## Araç Sahiplerine Güzel Haber

Kış aylarında araç sürücülerinin en çok dikkat ettiği bakımların başında, araç motoruna antifriz eklenmesi geliyor. Antifrizsiz araç kullanımı motor içerisinde paslanmalara ve kışın silindir bloğunun çatlamasına sebep oluyor. Bu durum ciddi masrafları

da beraberinde getirebiliyor. Bilim insanları artık sert geçen kış koşullarında çok düşük sıcaklıklarda donmayı engelleyen yeni bir antifriz maddenin patent başvurusunu gerçekleştirdi.



REKLAM İÇİN

REKLAM VERMEK İÇİN

DOĞRU YERDESİNİZ

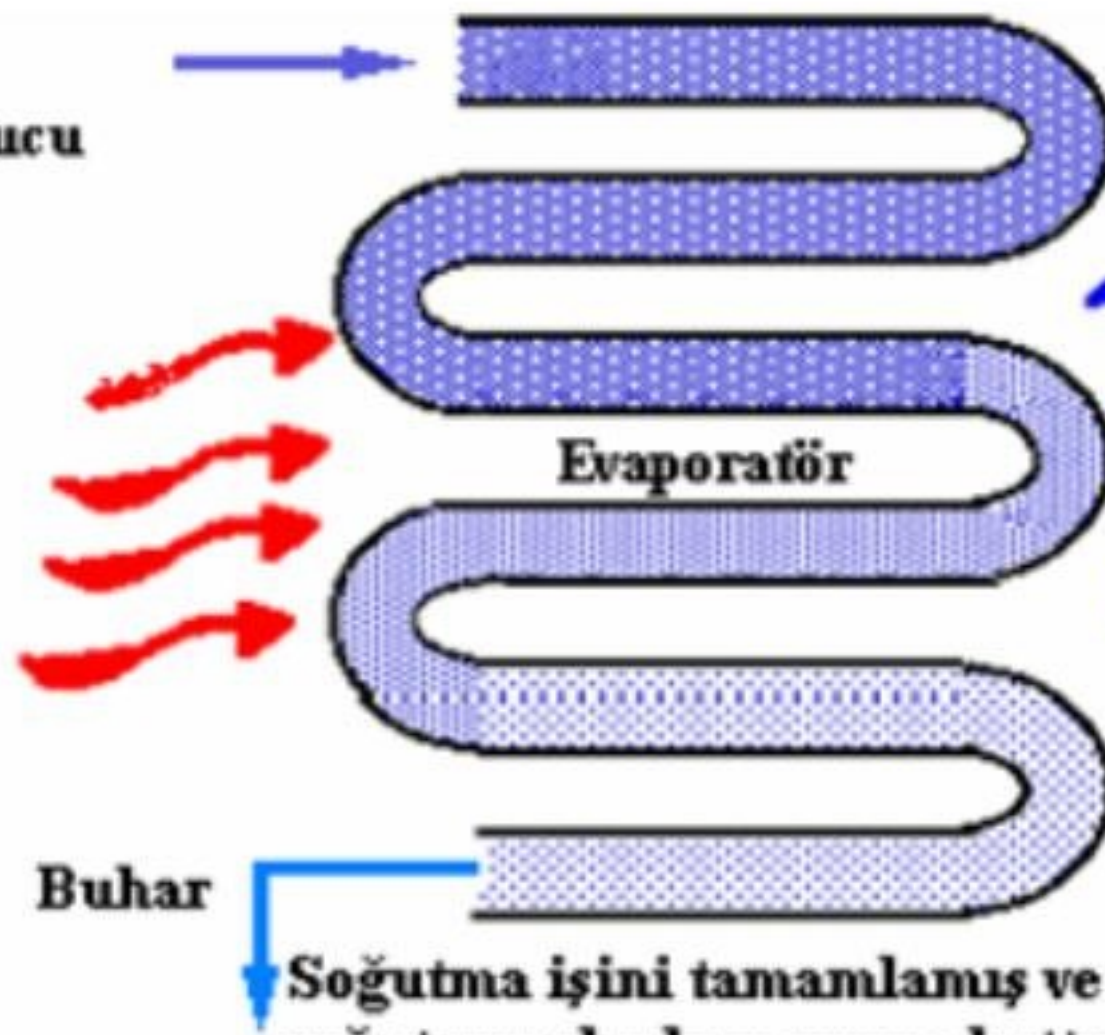
[reklam@inovatifkimyadergisi.com](mailto:reklam@inovatifkimyadergisi.com)





Sıvı + buhar  
karışımındaki soğutucu  
akışkan genleşme  
valfinden geçerek  
evaporatöre girer.

Tabii veya cebri  
yolla (fan  
kullanarak)  
evaporatör  
yüzeyinden  
soğutulmak üzere  
geçirilen ortam  
havası



Evaporatör yüzeyinde ısı  
bırakarak soğumuş hava  
ortamdan (havadan) ve  
ortamdaki maddelerden  
ısı çekerek soğutma işini  
gerçekleştirecektir.

Soğutma işini tamamlamış ve tamamen buhar hâline dönüşmüş  
soğutucu akışkan emme hattına ordanda yeniden çevrime  
katılmak üzere kompresöre hareket der.

Evaporatör bir soğutma sisteminde sıvı refrijeranın buharlaştığı ve bu sırada bulunduğu ortamdan ısıyı aldığı cihazdır. Diğer bir ifadeyle, evaporatör bir soğutucudur. Evaporatör; soğutma sisteminde, soğutucu akışkanın sıvı olarak girip buharlaştıktan sonra gaz olarak çıktığı yerdir. Soğutucu akışkan, evaporatörün kanallarına girince ısıyı, soğutulan maddeden veya ortamdan soğurur ve ısıyı ortamdan absorbe ederken de kaynamaya başlayarak buharlaşır. Evaporatör, ısı transfer kabiliyeti yüksek ve korozif ortam koşullarından etkilenmeyen malzemelerden yapılmalıdır. Borular, amonyaklı sistemlerde çelikten, bakır veya bakır-çinko alaşımlarından yapılır. Evaporatörler kullanıldığı yere ve kullanıldığı amacına göre farklı şekillerde sınıflandırılır.